



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Tecnología de agentes para la integración de sistemas  
empresariales aplicado a la cadena de abastecimiento**

**TESINA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

**AUTOR**

Hugo Rafael Cordero Sánchez

**ASESOR**

Nora La SERNA PALOMINO

Lima, Perú

2005



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Cordero, H. (2005). *Tecnología de agentes para la integración de sistemas empresariales aplicado a la cadena de abastecimiento*. Tesina para optar el título de Ingeniero de Sistemas. Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

---

A mis padres y mis hermanos, que  
con su apoyo son la fortaleza  
para mi trabajo.

## **RESUMEN**

# **TECNOLOGÍA DE AGENTES PARA LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS EMPRESARIALES APLICADO A LA CADENA DE ABASTECIMIENTO**

**Hugo Rafael Cordero Sánchez**

**Junio 2005**

**Asesora : Nora La Serna Palomino**

**Grado : Bachiller en Ingeniería de Sistemas e Informática**

---

La necesidad de las empresas, está tendiendo a integrar ya no los datos, sino los sistemas. Dado que la mayoría de empresas no cuenta con un único sistema, se requiere una integración de sus aplicaciones. El propósito de la integración de los diferentes sistemas, es que permita generar ventajas competitivas.

La integración de las aplicaciones puede ser vista e implementada de diferentes formas, sin embargo en la búsqueda de una buena alternativa se encuentra la tecnología de los agentes, por ello el objetivo del presente trabajo es diseñar una solución utilizando agentes de software para la integración de aplicaciones empresariales. Para mostrar la aplicabilidad que pueden tener estos agentes, se ha tomado como escenario de aplicación el proceso de la cadena de abastecimiento, sobre el cual se diseñó una arquitectura aplicada para un sistema multiagente donde se detectaron los principales agentes de integración.

### **Palabras claves:**

Tecnología de agentes, integración de aplicaciones  
Cadena de abastecimiento, modelo de agentes  
EAI, SOA, agente de integración

## **ABSTRACT**

# **TECHNOLOGY OF AGENTS FOR THE INTEGRATION OF ENTERPRISE SYSTEMS APPLIED TO THE SUPPLY CHAIN**

**Hugo Rafael Cordero Sánchez**

**June 2005**

**Adviser : Nora La Serna Palomino**  
**Degree : Bachelor in Engineering of Systems**

---

The necessity of the companies, it is spreading to no longer integrate the data, but the systems. Since most of companies don't have an only system, an integration of its applications is required. The purpose of the integration of the different systems, is that it allows to generate competitive advantages.

The integration of the applications can be seen and implemented in different ways, however in the search of a good alternative is the technology of the agents, for it the objective of the present work is to design a solution using software agents for the integration of enterprise applications. To show the applicability that they can have, these agents have taken as application scenario the process of the supply chain, on which an applied architecture was designed for a system multi agent where the main integration agents were detected.

### **Key words:**

Agents technology, application integration

Supply chain, agents model

EAI, SOA, integration agent

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>10</b>
1.1. Objetivo.....	10
1.2. Objetivos Específicos.....	10
1.3. Alcance del Proyecto .....	11
1.4. Definición del problema .....	11
1.5. Importancia del Proyecto .....	12
1.6. Definición de términos .....	13
1.6.1. Integración de sistemas .....	13
1.6.2. Middleware .....	14
1.6.3. La cadena de valor de la empresa .....	14
1.6.4. Tendencias tecnológicas.....	17
<b>CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA DE AGENTES .....</b>	<b>20</b>
2.1. Antecedentes.....	20
2.2. Concepto de Agente .....	21
2.3. Clasificación general de los agentes.....	22
2.4. Agentes de software .....	23
2.4.1. Contexto tecnológico para los agentes de software .....	24
2.4.2. Sistemas multiagente .....	27
2.4.3. Clasificación de los agentes de software .....	28
2.5. Agentes de software orientado a servicios .....	28
<b>CAPÍTULO III: INTEGRACIÓN DE APLICACIONES .....</b>	<b>30</b>
3.1. La integración y sus componentes .....	30
3.1.1. Elementos .....	30
3.1.2. Lenguaje .....	30

3.1.3.	Medios de Comunicación .....	32
3.2.	El middleware y su importancia .....	33
3.3.	Tipos de middleware.....	35
3.3.1.	Estaciones de mensajería .....	35
3.3.2.	Motores de integración.....	37
3.3.3.	Buses de integración.....	40
3.4.	Integración de aplicaciones empresariales .....	43
3.4.1.	Requisitos para una solución de integración de aplicaciones .....	43
3.5.	El mercado actual .....	46
<b>CAPÍTULO IV: MODELO DE AGENTES PARA LA INTEGRACION DE APLICACIONES .....</b>		<b>48</b>
4.1.	El Modelo.....	48
4.2.	La arquitectura del sistema.....	51
4.2.1.	Enlace entre la arquitectura y el modelo .....	53
4.3.	Agente de software para la integración de aplicaciones.....	55
4.3.1.	Agentes de integración interna.....	55
4.3.2.	Agentes de integración externa.....	57
4.3.3.	Los servicios web como agentes de integración .....	58
4.4.	Ventajas.....	60
<b>CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA CADENA DE ABASTECIMIENTO .....</b>		<b>63</b>
5.1.	La cadena de abastecimiento .....	63
5.1.1.	Antecedentes .....	63
5.1.2.	Concepto de la cadena de abastecimiento .....	64
5.1.3.	Gerencia de la cadena de abastecimiento .....	66
5.1.4.	Principales actividades por proceso .....	67
5.1.5.	Problemas y retos .....	71
5.1.6.	Plataforma tecnológica.....	74
5.2.	Diseño de la solución.....	80
5.2.1.	Fase I – Determinación de la Información a compartir .....	80
5.2.2.	Fase II - Planificación de la Integración.....	83
5.2.3.	Fase III – Metodología de la integración .....	85
5.2.4.	Fase IV - Arquitectura del sistema multiagente .....	86
5.2.5.	Fase V – Diseño de los agentes para la cadena de abastecimiento.....	92



5.2.6.	Fase VI – Esquema de funcionamiento.....	97
5.2.7.	Fase VII – Monitoreo y medición de la cadena de abastecimiento .....	99
5.3.	Beneficios de la utilización del modelo .....	101
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>109</b>
	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>figura 1. Representación de la cadena de valor de la empresas por Michael Porter</b>	<b>15</b>
<b>figura 2. Esquema básico de un agente</b>	<b>22</b>
<b>figura 3. Infraestructura de soporte para las tecnologías relacionadas a los agentes</b>	<b>25</b>
<b>figura 4. Comunicación de dos sistemas sin middleware.</b>	<b>33</b>
<b>figura 5. Comunicación de varios sistemas sin middleware.</b>	<b>34</b>
<b>figura 6. Comunicación de varios sistemas utilizando una Estación de Mensajería</b>	<b>36</b>
<b>figura 7. Comunicación de varios sistemas utilizando un Motor de Integración</b>	<b>38</b>
<b>figura 8. Comunicación de varios sistemas utilizando un Bus de Integración</b>	<b>41</b>
<b>figura 9. Modelo de sistema multiagente para la integración de aplicaciones</b>	<b>49</b>
<b>figura 10. Arquitectura orientada a servicios</b>	<b>52</b>
<b>figura 11. Arquitectura SOA como soporte para el sistema multiagente</b>	<b>54</b>
<b>figura 12. Esquema de funcionamiento de un agente de integración interno</b>	<b>56</b>
<b>figura 13. Esquema de funcionamiento de un agente de integración externo</b>	<b>57</b>
<b>figura 14. Los servicios web como agentes de integración de aplicaciones</b>	<b>60</b>
<b>figura 15. Modelo clásico de la cadena de abastecimiento</b>	<b>66</b>
<b>figura 16. La cadena de abastecimiento visto desde el contexto de Internet</b>	<b>78</b>
<b>figura 17. Idea de la integración en la cadena de abastecimiento por un e-hub</b>	<b>84</b>
<b>figura 18. Arquitectura de los sistemas actuales en la empresa</b>	<b>88</b>
<b>figura 19. Arquitectura con los agentes de integración</b>	<b>90</b>
<b>figura 20. Ámbito de operación de los agentes de carga y consumidor</b>	<b>94</b>
<b>figura 21. Ámbito de operación del agente de comunicación con los adaptadores</b>	<b>95</b>
<b>figura 22. Ámbito de operación del agente de publicación</b>	<b>97</b>
<b>figura 23. Esquema de funcionamiento del proceso de las ordenes compra</b>	<b>98</b>

## INTRODUCCIÓN

El mundo globalizado de hoy exige una mayor competitividad de las empresas, y en ese deseo por lograrla, se buscan ventajas competitivas que impulsan a las empresas a tomar decisiones estratégicas sobre sus sistemas de información para generar valor agregado y así marcar las diferencias competitivas. Aquí las estrategias de información son vitales para determinar el camino que deben seguir los sistemas de información. Y hoy en día una de las estrategias que se caen de maduras en las empresas, es la relacionada con la integración de aplicaciones. Ya han pasado los tiempos en los cuales se buscaba sólo automatizar algunos procesos de la empresa, también paso la época de la centralización de la información en grandes repositorios de datos, seguido por la etapa de los grandes sistemas empresariales que unen las funciones y procesos de negocio. Está acompañando a todo esto la incontenible evolución de Internet y las redes de computadores. Hoy en día el siguiente paso, sí es que ya no se ha iniciado, es la integración de los sistemas empresariales con aplicativos internos y externos de la organización. Las empresas se han dado cuenta que ya tienen muchos sistemas, y a pesar de centralizar la información en un solo repositorio, no es suficiente y ha desencadenado en la necesidad de integrar los sistemas empresariales.

En este entorno en el cual se mueven las empresas y sus áreas de tecnologías de información, es necesario definir un modelo de integración que no sólo cumpla la función de comunicar las aplicaciones, sino que sea aprovechando al máximo las capacidades de los sistemas, además de sacar provecho de la automatización de procesos claves a través de componentes con cierto grado de inteligencia y capacidad de análisis. Es decir no se trata de integrar ahora, para que mañana, se tenga que volver a reconstruir la integración. Los modelos estratégicos de integración de aplicaciones empresariales son muy duros y necesitan un componente que le permita dar autonomía a ciertos procesos que unen los sistemas.

Tampoco se trata de esperar que la infraestructura de integración nos solucione todos los problemas. Porque si bien existen actualmente sistemas intermediarios bastante sofisticados, los elevados costos de ellos y la constante de cambio por parte del negocio, hacen prevalecer la necesidad de usar tecnologías que permitan generar mayor libertad para extender la automatización. Por ello la tecnología de agentes, específicamente los agentes de software como intermediarios entre aplicaciones, serán los que nos permitirán obtener esa diferencia con respecto a las integraciones tradicionales. Incluso como veremos en el presente trabajo, la tecnología de agentes se puede apoyar sobre la arquitectura orientada a servicios, permitiendo a los agentes actuar como servicios para facilitar su labor de intermediario entre aplicaciones y favorecer a la integración de los sistemas.

El presente trabajo muestra como la tecnología de agentes nos ayuda a lograr una mejor integración de aplicaciones, sin la necesidad de profundizar demasiado en lenguajes de comunicación específicos, se ha seleccionado tecnologías que dan soporte a los agentes para cumplir su función en el entorno de integración. Es así que los agentes se presentan como componentes de software autónomos con la capacidad de interactuar con sistemas que forman parte del entorno de la organización. Para plasmar este concepto, se ha definido un modelo de agentes para la integración de aplicaciones, donde se presentan los componentes necesarios para la construcción de un sistema multiagente así como las diversas tecnologías sobre las cuales se pueden apoyar para su implementación. También se presentará la arquitectura orientada a servicios, como la base del diseño de aplicación para el sistema multiagente.

Todo esto se presentará aplicado a un escenario sumamente importante para las empresas, y actualmente bastante necesitado de integración. Nos referimos a la cadena de abastecimiento de las empresas, pues como se explicará en el desarrollo del presente trabajo, la necesidad del correcto aprovechamiento de los sistemas de información apoyado en los modelos colaborativos y de integración de aplicaciones, permitirán generar las ventajas competitivas que marquen la diferencia. Y es que la cadena de abastecimiento es un proceso clave en la cadena de valor de las organizaciones, compuesta por los subprocesos de compras, logística, almacén, inventarios, distribución, comercial, transporte y apoyo al proceso productivo. No por

ello el proceso de la cadena de abastecimiento es una de las más implementadas en sistemas de información, sino que existen toda una infraestructura no sólo de software sino de hardware para darle soporte. Dado el gran tamaño del proceso de la cadena de abastecimiento, se presentará una arquitectura aplicada a un caso pequeño que involucre las actividades más importantes. Sin embargo los agentes que serán descritos son lo más genéricos posibles, no sólo para las diferentes actividades de la cadena de abastecimiento, sino en general para cualquier proyecto de integración.

Finalmente se demuestran las ventajas de aplicar la integración de aplicaciones utilizando la tecnología de agentes, más aún si son aplicados a un proceso clave como lo es la cadena de abastecimiento. El presente trabajo reúne conclusiones y recomendaciones que han sido enfocadas de manera general, para que puedan servir como referencia a otros proyectos de integración que quieran incluir un sistema multiagente como la base de su arquitectura de integración.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Objetivo**

Definir un modelo que incorpore la tecnología de agentes de software para la integración de aplicaciones empresariales, tomando como escenario de aplicación el proceso de la cadena de abastecimiento.

### **1.2. Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos del presente proyecto se detallan a continuación:

- Definir el concepto de agente para la integración de aplicaciones, en el esquema actual de integración de aplicaciones empresariales (EAI) y con base en la arquitectura orientada a servicios (SOA).
- Entender por qué la tecnología de agentes ha derivado en una herramienta ideal para la integración de aplicaciones.
- Ilustrar a través de un modelo general y otro aplicado, la arquitectura para la integración de sistemas utilizando los agentes de software sobre la infraestructura de integración de aplicaciones.
- Mostrar la importancia y la necesidad de la integración a través de los agentes aplicados a la cadena de abastecimiento, logrando ventajas competitivas enfocadas en:
  - Publicación de requerimientos, solicitud de cotizaciones y ordenes de compra.
  - Integración de información de los diferentes sistemas logísticos.
  - Automatización del proceso de generación y envío de órdenes de compra.
- Establecer un patrón de diseño para el desarrollo de los agentes de software en la integración de aplicaciones.
- Fomentar la reutilización de aplicaciones y de la interoperabilidad entre plataformas a través del uso de las tecnologías de integración de sistemas.

### **1.3. Alcance del Proyecto**

El alcance del presente proyecto se divide en tres bloques que cubren los objetivos trazados:

- Entender y establecer los lineamientos de los agentes de software para su aplicación en un escenario de integración de sistemas, mostrando las ventajas derivadas de su utilización.
- Analizar el escenario de la cadena de abastecimiento de las empresas, para identificar sus principales procesos y problemas en el contexto de la arquitectura de sistemas actuales.
- Plantear y diseñar una arquitectura solución para la integración de aplicaciones usando los agentes de software en la cadena de abastecimiento, a través de un modelo genérico que pueda ser adaptado a la mayoría de empresas actuales.

### **1.4. Definición del problema**

La realización de una integración de aplicaciones, no es un proyecto sencillo, más aún si se trata de hacer una buena integración que sea flexible y escalable. El problema de la reutilización de aplicaciones no va sólo con construir un nuevo sistema, sino con reorganizar y automatizar los procesos. A ello se le agrega la dificultad de la búsqueda de una tecnología que de soporte a un proyecto de integración teniendo en cuenta el entorno actual que tiene una variedad en infraestructura que se debe conocer para poder evaluar y seleccionar la mejor alternativa.

La tecnología de agentes como punto de encuentro de tecnologías de sistemas distribuidos y autónomos, con capacidades dinámicas para extender fácilmente su entorno se hace requerida. Siendo necesario definir un modelo de agentes para la integración de aplicaciones que sirva como patrón de diseño sobre el cual se puedan aplicar diferentes entornos de negocio, aunque la complejidad se incrementa cuando estamos en un proceso bastante implementado y diversificado como es la cadena de abastecimiento.

El proceso de abastecimiento constituye un proceso importante para todo tipo de empresa (principalmente las del sector producción y comercialización), ya sea que

forme parte de la actividad principal del giro de negocio o sea un proceso complementario de su entorno de servicio. Su importancia a hecho al proceso de abastecimiento uno de los más implementados por las plataformas de sistemas pasadas y actuales, sin embargo se requiere de alternativas que permitan generar valor competitivo como la integración, optimización de procesos y mejora de tiempos. Un ejemplo se da cuando los requerimientos de la empresa tienen que ser enviados a los proveedores y a su vez recibir la respuesta de parte de ellos, siguiendo procedimientos internos particulares para cada organización, pero que sean entendibles de forma conjunta para ambas.

Otro caso, es el proceso de compra entre la empresa y el proveedor, puesto que un proceso automatizado entre ambos mejoraría los tiempos de respuesta y se ahorraría en costos operativos. Pero para ello se requiere de un concepto que permita ir más allá de la utilización de sistemas aislados o de la implementación de nuevas aplicaciones sin considerar su relación con las otras.

### **1.5. Importancia del Proyecto**

La integración de sistemas permite reutilizar las aplicaciones existentes para obtener a partir de ellas nuevas aplicaciones, logrando que la información sea más consolidada y consistente no sólo dentro de la empresa, sino también con otras empresas. Actualmente los sistemas tienden a la integración con otros, con el propósito de sacar ventajas competitivas ayudando en el proceso de toma de decisiones, y también de aprovechar mejor la información ya disponible, sin llegar a grandes desarrollos y por ende altos costos. El otro tema, es la cadena de abastecimiento, y va más allá de la simple adquisición de materia prima en un escenario industrial, ya que se encarga de todo lo que requiere la empresa para su operación, así como de facilitar los medios necesarios para conseguirlo en el tiempo requerido. Nos encontramos ante un proceso que tiene un conjunto de actividades importantes para la cadena de valor de la organización.

Considerando la evolución tecnológica actual para la integración de sistemas, se hace necesario mostrar alternativas de solución, en este caso a un proceso muy conocido, pero que tomando una dirección diferente puede aumentar beneficios competitivos a las empresas. El desarrollo de las tecnologías de información han



permitido mejorar la comunicación dentro y fuera de las empresas de una manera significativa, siendo un objetivo importante lograr la integración y colaboración con sus proveedores como parte de una estrategia para obtener un buen posicionamiento, tiempos más cortos de respuesta, reducción de costos de operación y administración, control de material en tránsito, etc. Incluso han surgido tecnologías que permiten específicamente la previsión electrónica de materiales utilizando Internet. Con la integración de sistemas y la cadena de abastecimiento de la organización existen muy buenas posibilidades de concretar soluciones que provean valor agregado a la empresa. Es pues, el fin competitivo el que mueve hoy en día a las organizaciones hacia el mejor aprovechamiento de la información, dándose cuenta que esta no sólo es disponible internamente sino que también fuera de la organización (por ejemplo clientes y proveedores) se puede encontrar la información requerida.

Los puntos mencionados pueden involucrar complejos desarrollos considerando un esquema tradicional. Por eso es necesaria una tecnología que de encuentro a este problema de manejo de información distribuida y de forma inteligente. Es aquí donde entran los agentes, tal vez involucren un mayor análisis, pero que permitirá una mejor reutilización de las aplicaciones y por ello un menor desarrollo, menores costos en el tiempo y un mejor aprovechamiento de la información. Incluso la evolución tecnológica de los agentes ha derivado en que sea una herramienta importante para la integración de diferentes tipos de sistemas. Esto es principalmente debido a la mejora de los formatos en los mensajes de comunicación y la infraestructura necesaria para su implementación.

## **1.6. Definición de términos**

Los siguientes son los principales conceptos requeridos para situarnos en el escenario que presenta este proyecto:

### **1.6.1. Integración de sistemas**

El concepto de integración de sistemas es una necesidad generada hoy en día por la gran variedad de soluciones tecnológicas ofrecidas por diversos proveedores. El entorno de los negocios trae bastante nuevos cambios demandando mejoras en los resultados del negocio y en el retorno de la inversión (ROI). La

productividad debe aumentar y simultáneamente el gasto relacionado con tecnologías de información (TI) debe disminuir. El reto de hacer más con menos exige a las soluciones de TI ser más efectivas.

La integración de sistemas representa un desafío continuo para las organizaciones. Las innovaciones en la tecnología avanzan muy rápidamente, rebasando el tiempo útil de las inversiones que hacemos en éstas. Como consecuencia de éstas innovaciones, nuestros ambientes se vuelven heterogéneos. (Gill 1996).

### **1.6.2. Middleware**

En la industria informática, middleware (elementos de en medio) es un término general para cualquier programación que sirve para unir o trabajar como puente entre dos programas separados, y que por lo general ya existen. Una aplicación común para el middleware es permitir que programas que se han desarrollado para acceder a una base de datos, puedan acceder otras bases de datos. La mensajería es un servicio común provisto por programas de middleware de tal manera que diferentes aplicaciones se puedan comunicar. [Acuña 2002].

El middleware es una infraestructura típica diseñada para facilitar la integración. Estrictamente hablando el middleware no es imprescindible pero su utilización simplifica mucho la construcción y el mantenimiento del nuevo sistema resultante del proyecto de integración. Más adelante en el capítulo 3 se tocará este punto en más detalle.

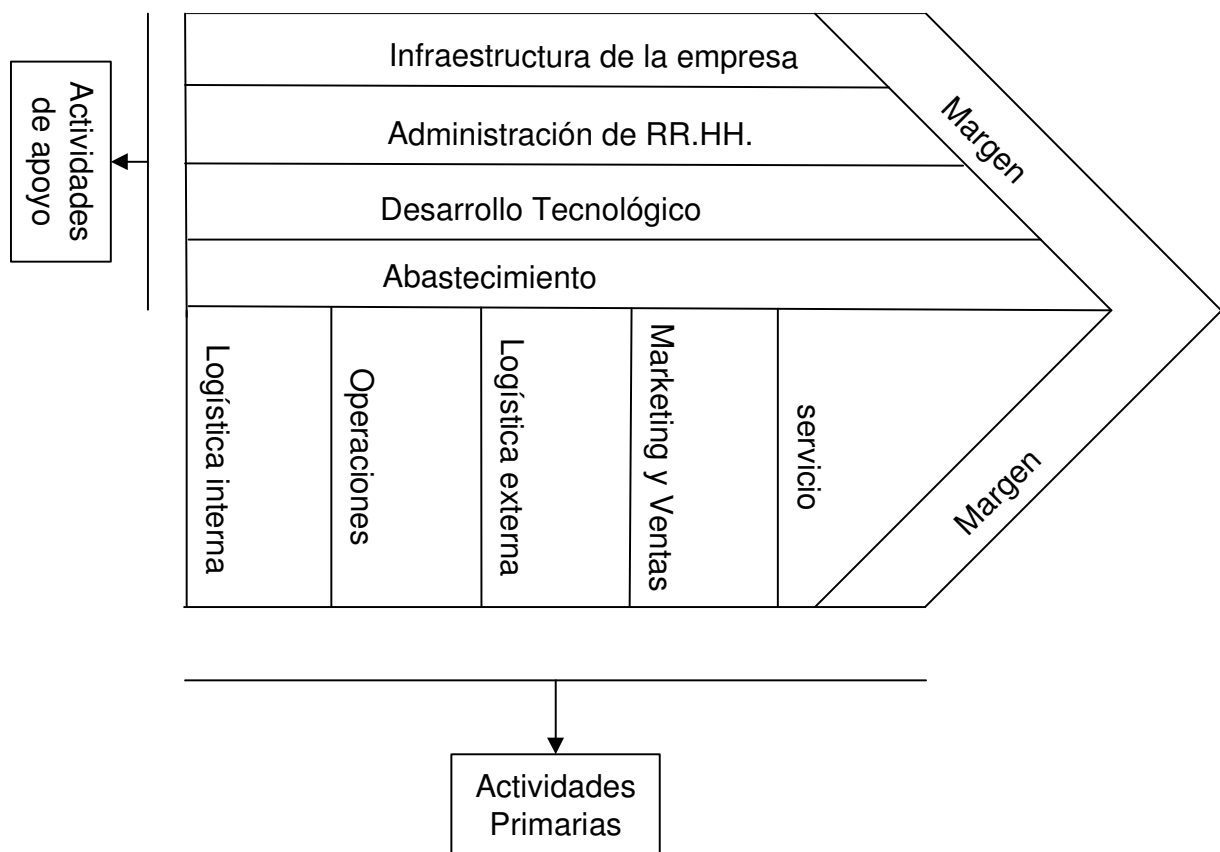
### **1.6.3. La cadena de valor de la empresa**

La ventaja competitiva no puede ser comprendida viendo a una empresa como un todo. Radica en las muchas actividades discretas que desempeña una empresa en el diseño, producción mercadotecnia, entrega y apoyo; cada uno puede contribuir a la posición de costo relativo de las empresas y crear una base para la diferenciación.

La cadena del valor es una herramienta para analizar todas las actividades de una empresa. Disgrega a la empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación

existentes y potenciales. La empresa también puede entenderse como una sucesión de actividades (desde I+D hasta servicio posventa, pasando por fabricación y marketing entre otras ), cada una de las cuales va añadiendo valor al producto o servicio de la compañía. (Gimbert 2001).

La presentación más usual de la cadena de valor de la empresa es la realizada por Michael Porter, la cual se representa en la figura 1.



**figura 1. Representación de la cadena de valor de la empresas por Michael Porter (Gimbert 2001).**

Una de las aportaciones más fundamentales del esquema de Porter es la división de las actividades de la empresa en dos grupos, las actividades primarias y las de apoyo, así como remarcar la importancia del margen como traducción de una efectiva creación de valor, al ser el resultado de la diferencia entre el valor y el costo que le ha supuesto a la empresa hacerlo en las diferentes actividades.

Las actividades primarias son las que están en contacto directo con el producto o servicio. Por lo tanto, se trata de las actividades implicadas en su creación física, en su transporte, en su venta y en la asistencia posterior a la venta. en consecuencia se trata de la logística ( interna y externa ), operaciones, marketing, ventas y servicio. Las actividades de apoyo, como su nombre indica, sustentan a las actividades primarias, además de asistirse entre sí. Estas actividades proporcionan todas las actividades primarias las compras necesarias (abastecimiento), la tecnología requerida (desarrollo tecnológico), los indispensables recursos humanos (administración de RR.HH.), así como las imprescindibles fundaciones de gestión, desde la estratégicas hasta las finanzas y contabilidad, pasando por los asuntos legales, etc. ( infraestructura ). Como puede comprobarse, y así se representa en la figura de Porter, todas las actividades de apoyo pueden sostener a todas y cada una de las primarias, por ejemplo, personal se necesita en todas las actividades primarias, como así mismo prácticamente todas se deben abastecer de algunos inputs, etc.

Un ejemplo de representación más simple de la cadena de valor de una empresa podría ser :

I + D	->	Compras	->	Producción	->	Logística	->	Marketing
	->	Ventas	->	Distribución	->	Servicio		

Este esquema cumple con lo que decíamos al principio de este capítulo sobre cadena de valor de la empresa al entenderla como sucesión de actividades, cada una de las cuales va adicionando valor al producto o servicio de la compañía. (Gimbert 2001).

Obviamente, cada empresa tendrá una cadena de valor diferente según sea su sector y de acuerdo con las actividades que realice. La cadena de valor de la empresa nos va a servir para reflexionar al nivel de las actividades de una compañía en tres diferentes direcciones: Estrategia, Outsourcing e Interrelaciones.

#### **1.6.4. Tendencias tecnológicas**

Entre las principales tendencias tecnológicas que apoyan el desarrollo del presente tema, se encuentran:

##### **a) Web Services**

Los servicios web son la revolución informática de la nueva generación de aplicaciones que trabajan colaborativamente en las cuales el software esta distribuido en diferentes servidores.

La informática se inicio con programas monousuarios implantados en grandes ordenadores. Posteriormente estas primeras aplicaciones alcanzaron la capacidad de atender a diferentes usuarios. Pasaron los años y llego la arquitectura cliente-servidor, que gracias a este modelo de desarrollo, la aplicación se dividía en una parte que interaccionaba con el usuario y otra parte destinada al procesamiento de información. En este acercamiento se consiguió que cada una de las partes que constituían la aplicación pudiera residir en computadoras distintas. Con el paso del tiempo, la computación aumento y llego la era de las aplicaciones distribuidas en las cuales los procesos se realizaban en diferentes unidades. De este paso surgió la tecnología Internet para solventar las problemáticas asociadas a fallo de aplicación centralizado. Véase documentación acerca de los orígenes de Internet.

Como punto final a esta cronología, los web services son un paso adelante en la computación ya que de esta forma un ordenador ya no se considerara como un núcleo de computo sino como un repositorio de servicios de n aplicaciones distribuidas por Internet. Para comprender este concepto pondremos el ejemplo siguiente:

Imaginemos el supuesto de un servidor X que da 2 servicios, el servicio A y el servicio B. También nos dan el caso de que tenemos otro servidor Y que ofrece el servicio C y el servicio D. Por ultimo también analizamos el servidor Z que da 2 servicios el servicio E y el servicio F.

Imaginar que el servidor W ofrece una aplicación on-line que se compone de su servicio principal G y de la interoperación con A, B, C, D, por tanto se da que los servicios A, B, C, D dan servicio a G independiente de su localización en G pero también están disponibles para el resto de Internet si así se ha diseñado. Por tanto viendo los datos anteriores vemos que las posibilidades combinatorias son grandes y sobre todo por primera vez y de manera mas transparente que con el uso de componentes, el uso del software se hace mas reutilizable ya que diferentes servicios pueden ser utilizados como componentes en una aplicación. (Web Services 2004).

### **b) Grid Computing**

Esta tecnología permite aprovechar los ciclos de procesamiento no utilizados de los cientos, miles o millones de ordenadores conectados a una red. Desarrollado en ámbitos científicos a principios de los 90, su entrada al mercado comercial supone una revolución que dará mucho que hablar.

A diferencia de las redes convencionales que se centran en la comunicación entre dispositivos, la grid computing aprovecha los ciclos de procesamiento no utilizado de todos los ordenadores conectados a una red de forma que se resuelven los problemas de las tareas que son demasiado intensivas para que las resuelva una única máquina.

El proyecto de grid computing más conocido es el proyecto SETI@Home (Search for Extraterrestrial Intelligence), en el que los usuarios de PCs de todo el mundo donan sus ciclos de proceso no utilizados para ayudar a la búsqueda de signos de vida extraterrestre analizando las señales procedentes del espacio. De esta forma, este método ahorra tanto recursos como dinero. Los usuarios individuales se benefician de la potencia de los PCs infrautilizados, que les ofrecerán sus recursos y les permitirán acceder a un supercomputador virtual. Se puede llegar a construir una red que enlace todos los ordenadores del mundo, de la misma forma que hoy hace Internet con los datos. Como rezan los informes de Deutsche Bank y otros analistas financieros Olvídense de Internet, abran paso a grid. (Agent Link 2004).

Entre las ventajas que ofrece la grid computing son la potencia ilimitada que ofrecen multitud de ordenadores conectados en red ofreciendo su capacidad de proceso. Ahorra tiempo, ya que evita los cuellos de botella de algunos procesos de computación. Se integra fácilmente con las aplicaciones y procesos de la compañía. Además permite ahorrar costes, ya que la inversión se amortiza al 100 por ciento inmediatamente y, a diferencia de la compra de grandes equipos, nunca queda obsoleta.

## **2. TECNOLOGÍA DE AGENTES**

### **2.1. Antecedentes**

Los agentes tienen su origen en la psicología, inteligencia artificial, y la inteligencia artificial distribuida, integrando aspectos de aprendizaje, planeación, razonamiento, representación de conocimiento, y tienen como objetivos ejecutar tareas complejas en beneficio de los usuarios, que de otra manera serían difíciles de lograr. Los usuarios tienen la posibilidad de asignar objetivos a ser cumplidos por los agentes; en contraste a los sistemas de software convencionales que limitan a los usuarios a objetivos previamente especificados que no pueden alterarse.

La ciencia cognitiva que estudia los procesos de percepción, atención, memoria, lenguaje, razonamiento y solución de problemas, aprendizaje y conciencia, pero haciendo énfasis en el análisis de todos los sistemas inteligentes, sean estos naturales o artificiales, parte de la necesidad de encontrar un sistema formal de tipo computacional que pueda asemejarse lo más posible a la manera como opera la mente humana. Es en este sentido que dos de sus principales exponentes, Norman y Simon la definen como la ciencia que busca comprender los sistemas inteligentes y la naturaleza de la inteligencia. La inteligencia para estos autores es la mente construida por cualquier clase de material modelable, en este sentido los sistemas inteligentes se caracterizan por su maleabilidad y capacidad adaptativa. Por lo tanto, el eje central de la ciencia cognitiva es el procesamiento de la información, ya sea en un ordenador o en un ser humano, por ello su objeto no es comprender la mente humana sino los sistemas inteligentes. (Grasia 2004).

Un agente autónomo es aquel cuya conducta se basa principalmente en su propia existencia, aunque pudiendo utilizar cierto conocimiento ya integrado. Así como la evolución ha dotado a los animales con una dotación suficiente de reflejos incorporados a fin de que sobrevivan lo suficiente hasta que sean capaces de



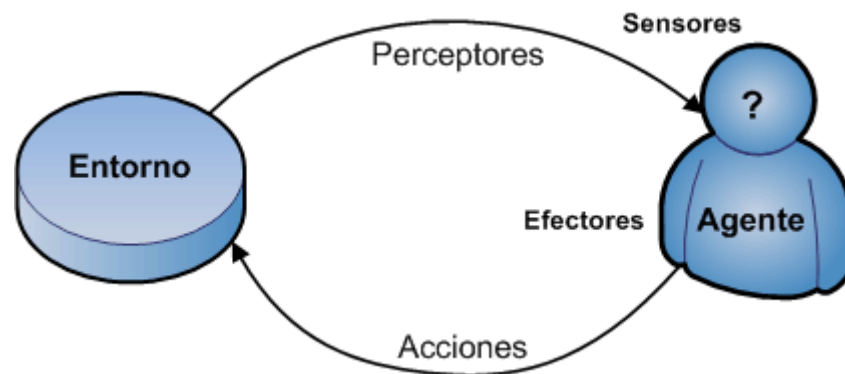
aprender por si mismos, también es razonable dotar a un agente con ciertos conocimientos iniciales y de habilidad para aprender.

Cuando un agente actúa basándose en suposiciones en él integradas, su comportamiento será satisfactorio sólo en la medida en que tales suposiciones sean vigentes, y por ello carecerá de flexibilidad. Un auténtico agente autónomo deberá ser capaz de funcionar satisfactoriamente en una amplia gama de ambientes, considerando que se le da tiempo suficiente para adaptarse. Los agentes autónomos se estudian como agentes sencillos o como múltiples agentes. (CANNES 2005).

## **2.2. Concepto de Agente**

Como hemos visto el término agente es ampliamente utilizado y son diversas sus interpretaciones según su aplicación y relación con el entorno. Sin embargo, considerando los sistemas multiagente como punto de encuentro de tecnologías de sistemas distribuidos e inteligencia artificial, los agentes son principalmente componentes distribuidos y reactivos, con características sociales (los agentes pueden conocer dinámicamente otros agentes, llegar a interaccionar con ellos, e incluso modificar con el tiempo las formas de comunicación) y cognitivas (el comportamiento de los agentes puede ser bastante complejo). Así, cuando hablamos de un sistema basado en agentes nos referimos a un sistema multiagente, con varios tipos de agentes, pudiendo aparecer nuevos tipos de agentes dinámicamente, y con un número también variable de agentes de cada tipo. Algunos agentes pueden ser bastante sencillos, de naturaleza reactiva, pero es normal que cuando el sistema proporciona cierto comportamiento inteligente (por ejemplo, capacidad de planificar, toma de decisiones, delegación de tareas, descomposición de objetivos, búsqueda de alternativas ante fracasos) es que exista algún agente con un potente modelo cognitivo. Para programar esos comportamientos es necesario utilizar algo más que los lenguajes procedimentales clásicos. (Grasia 2004)

Un agente es todo aquello que puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde o actúa en tal ambiente por medio de efectores (Rusell & Norvig 1995), como se observa en la figura 2.



**figura 2. Esquema básico de un agente (Russell & Norvig 1995)**

No hay una definición universalmente aceptada al término de agente (similar como a la falta de consenso con respecto a la inteligencia artificial), puesto que los atributos asociados tiene diferente importancia según el dominio donde se apliquen los agentes. A esto también se agregan una infinidad de términos relacionados: bots, knowbots, softbots, taskbots, userbots, robots, agentes personales, asistentes personales, etc. Las definiciones varían de acuerdo a los diferentes tipos de agentes: agente inteligente, agente móvil, agente de información, etc. [Gamma 1995].

### **2.3. Clasificación general de los agentes**

Como habíamos comentado un agente autónomo es aquel cuya conducta se basa principalmente en su propia existencia [Grasia 2004] pero también pudiendo utilizar cierto conocimiento ya integrado. Existen diferentes tipos de agentes:

- Agentes humanos tienen órganos, como ojos y oídos, que sirven de sensores, mientras que partes del cuerpo, como manos, piernas y boca, sirven de efectores.
- Agentes robóticos sustituyen sensores por cámaras y lectores, por ejemplo, infrarrojos o de ultrasonido, y los efectores son reemplazados mediante motores.
- Agentes de software reciben percepciones y ejecutan acciones que tiene como formato cadenas de bits codificados.

## **2.4. Agentes de software**

Los agentes de software pueden ser definidos para ser autónomos, capaces de resolver problemas computacionales de operación efectiva en entornos dinámicos y abiertos. A menudo desplegados en ambientes en los que ellos actúan recíprocamente, y a veces cooperan con otros agentes (incluyendo personas y software). Los ambientes son conocidos como sistemas multiagentes. Los agentes pueden distinguirse de los objetos (en el sentido del software orientado a objetos) en que ellos son entidades autónomas capaces de ejercer elección sobre sus acciones e interacciones y pueden actuar para lograr objetivos individuales. Ellos son capaces de ejercer autonomía escogiendo cómo realizar las tareas asignadas a ellos o decidiendo por las tareas operacionales para satisfacer los objetivos del usuario. Más pretenciosamente, ellos pueden elegir en el contexto del ambiente dinámico en los que son desplegados. Por consiguiente, los agentes no pueden invocarse directamente como los objetos, pero pueden ser asignados a tareas por sus dueños. No obstante, ellos pueden construirse con una amplia gama de tecnologías, incluso tecnología de objetos, web services y otros. [Cuesta 2003].

Los agentes proporcionan una manera de estructurar una aplicación a los diseñadores y desarrolladores, a través de componentes autónomos y comunicativos, que guían a la construcción de herramientas de software y la infraestructura necesaria para soportar el plan de diseño. En ese sentido ellos ofrecen una nueva y a menudo la ruta más apropiada para el desarrollo de sistemas complejos, sobre todo en ambientes dinámicos y abiertos. Para ello se requieren metodologías para guiar el análisis y plan, se necesitan arquitecturas de agentes para el plan de componentes individuales, se exigen abstracciones para permitir a los diseñadores tratar con la complejidad de los sistemas llevados a cabo y la infraestructura de apoyo que debe integrarse (incluyendo, de forma más general, tecnologías actuales como web services).

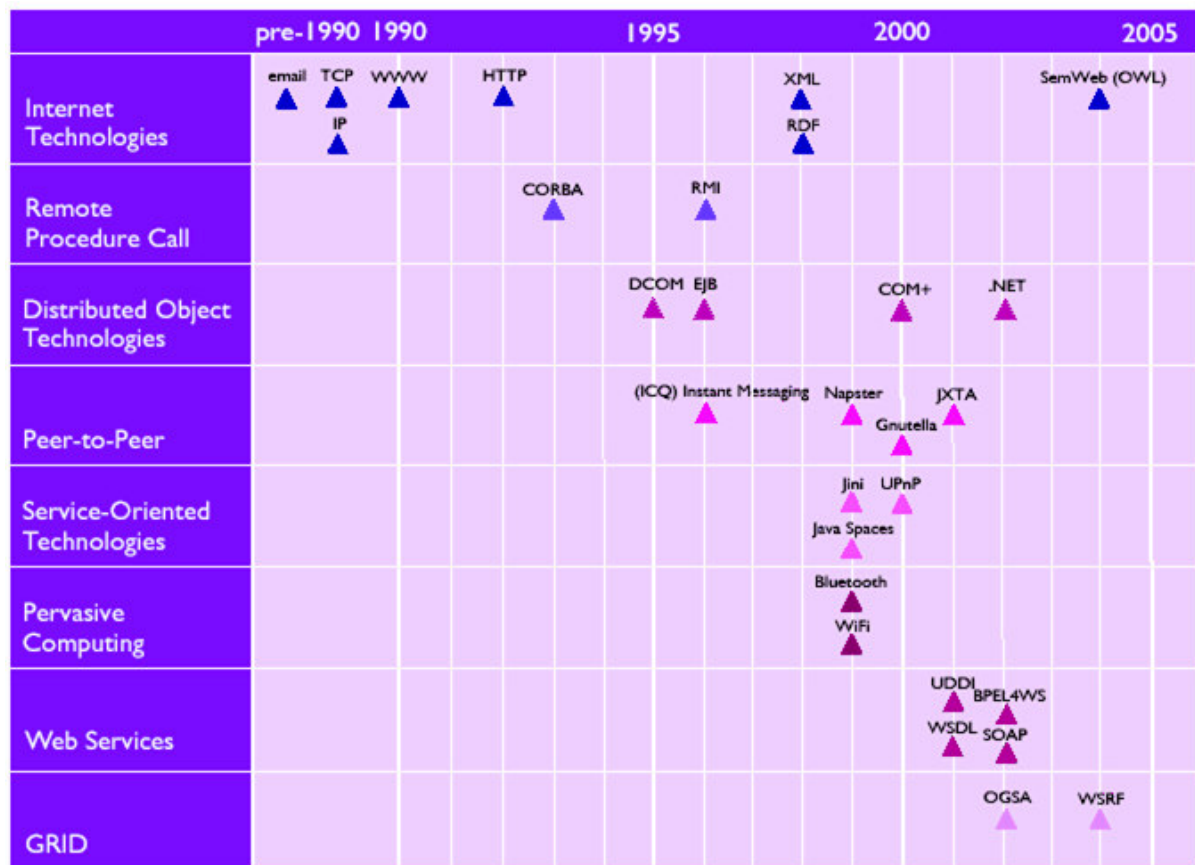
Las tecnologías de agentes miden por palmos un rango de técnicas específicas y algoritmos por repartir con interacciones en ambientes dinámicos y abiertos. Éstos incluyen problemas tales como balanceo de la reacción y deliberación en arquitecturas de agentes individuales, aprendiendo de y sobre otros agentes en el ambiente, sacando y actuando sobre preferencias del usuario, encontrando maneras

de negociar y cooperar con otros agentes y desarrollando medios apropiados para formar y manejar las coaliciones. Es más, la adopción de alcances basados en agentes es cada vez más influyente en otros dominios. Por ejemplo, los sistemas multiagentes ya han proporcionado más rápidamente y más eficazmente métodos de asignación de recursos en ambientes complejos, como la administración de redes de computadoras. [Agent Link 2004].

#### **2.4.1. Contexto tecnológico para los agentes de software**

Hasta hace poco tiempo, una de las principales barreras para la adopción de las tecnologías de agentes dentro del más amplio contexto ha sido la carencia de la infraestructura capaz de apoyar la creación de redes dinámicas y heterogéneas de dispositivos y servicios, que es parte central para el soporte de sistemas basados en agentes. Sin embargo, los años recientes se ha visto incrementado el desarrollo de un extenso arsenal de tecnologías de middleware para apoyar nuevo sistemas empresariales. Tal infraestructura tecnológica se extiende desde protocolos de comunicación inalámbrica como Bluetooth hasta las tecnologías de alto nivel como los Web Services. Además, también atraviesan una diversidad de dispositivos soportados: desde dispositivos con capacidad limitada tales como teléfonos móviles y PDAs, hasta estaciones de trabajo y computación de alto rendimiento.

Estos movimientos positivos en lo que respecta al contexto tecnológico para los agentes, se ilustran en la figura 3, donde se observan los años en los cuales las principales tecnologías que facilitaron el desarrollo de los sistemas basados en agentes. Mientras que la investigación en tecnologías de agentes ha sido activa por sobre una década, ahora la figura demuestra que solamente en 1999, con la aparición de las tecnologías eficaces orientadas a servicios (Jini) y las penetrantes tecnologías de computación (Bluetooth) para los sistemas de trabajo en red, permitirán sistemas verdaderamente dinámicos que se podrían construir sin inversiones grandes en infraestructura de soporte. En detalle, a partir del 2002, con la aparición de la Grid Computing y las tendencias para adaptar una gran cantidad de soluciones a servicios web, hay ahora una verdadera necesidad de proporcionar soluciones atractivas a las aplicaciones con un alto nivel de comunicación, coordinación y seguridad.



**figura 3. Infraestructura de soporte para las tecnologías relacionadas a los agentes (Agent Link 2004)**

Las tecnologías de los servicios Web han emergido independientemente de los alcances alternativos, tales como CORBA o Java RMI, que fueron acoplados demasiado fuerte para permitir sistemas verdaderamente distribuidos y abiertos [Orfali & Harkey 1996]. Los servicios Web proporcionan una solución independiente de la plataforma y del lenguaje de programación que pueda ocuparse del intercambio de mensajes, la descripción de servicios, su publicación y descubrimiento. Cada uno de estas ediciones es un componente necesario para cualquier arquitectura basada en agentes. Otros esfuerzos pueden también desempeñar un papel de significativo en la ayuda de sistemas basados en agentes. Algunos los más relevantes se describen a continuación:

- Jini es un conjunto de tecnologías de red y protocolos teniendo como objetivo el facilitar el descubrimiento dinámico de servicios en línea. Es una tecnología centrada en Java que se basa alrededor de la noción de los servicios y

operaciones de búsqueda que proveen del acceso a los servicios registrados con operaciones de búsqueda de servicios.

- UPnP está permitiendo la integración de los dispositivos basados en un conjunto de tecnologías que cumplen los requisitos mínimos sobre la infraestructura de la red para dar soporte a la interacción
- El proyecto JXTA es una tentativa para proporcionar un sistema de protocolos para la comunicación punto a punto como plataforma y aplicación neutral del uso de XML
- Bluetooth es un estándar abierto para la comunicación inalámbrica basada en un punto de acoplamiento de radio de corto alcance y de bajo costo. Tiene particularmente un papel significativo al facilitar el descubrimiento de dispositivos de capacidad limitada y del establecimiento de una red dinámica.
- Otras tecnologías tales como Gnutella para compartir archivos, o el que comparte archivos P2P, proporcionan la infraestructura y los servicios potenciales que se pueden alcanzar con las tecnologías de agentes.

En general, está claro que los progresos tecnológicos actuales están tratando cada vez más los problemas que se han planteado hace tanto dentro de la comunidad de investigación de agentes. En detalle, están respondiendo a algunas de las necesidades de infraestructura base de sistemas basados en agentes, tales como los medios estandarizados para el descubrimiento y la comunicación entre los servicios heterogéneos. Esto sugiere dos claras tendencias relacionadas. Primero, las tecnologías de soporte están emergiendo muy rápidamente, a un cierto grado la investigación se ha movido desde el problema de la infraestructura a otro de alto nivel referente a la eficaz coordinación y cooperación entre los servicios. En segundo lugar, un número muy grande de sistemas se está construyendo y se está diseñando usando estas infraestructuras que emergen, y se están convirtiendo más como sistemas de agentes. Sus desarrolladores hacen frente a los mismos problemas que la comunidad de investigación de agentes ha encontrado en el pasado. [Agent Link 2004].

#### **2.4.2. Sistemas multiagente**

Un sistema multiagente es un sistema informático formado por un grupo de agentes que interactúan entre sí. Para interactuar satisfactoriamente los agentes necesitan la habilidad de cooperar, coordinar y negociar. La computación basada en agentes es un nuevo paradigma para la ingeniería de software con un novedoso acercamiento a los sistemas distribuidos para la solución de problemas distribuidos complejos. Aunque los sistemas puedan estar formados por un único agente, desde el punto de vista de la ingeniería de software son sistemas multiagentes. Las ventajas frente a un sistema centralizado tradicional son:

- Un sistema multiagente distribuye los recursos informáticos a lo largo de una red de agentes interconectados. Esto permite que no haya un único punto de error.
- Permite la interconexión e interoperación de múltiples sistemas existentes (wrapper).
- Modela los problemas en términos de autónomos componentes que interactúan entre sí, que es una forma natural de representación de tareas, planificación en equipo.
- Recupera eficientemente, filtra y coordina globalmente información proveniente de fuentes espacialmente distribuidas.
- Proporciona soluciones en situaciones donde el conocimiento está distribuido.
- Mejora el rendimiento global del sistema.

La comunicación es el requisito clave para la construcción de sistemas multiagente y determina el comportamiento social de los agentes. Los agentes intercambian conocimiento, además de datos un mensaje tiene asociado un sentido semántico. Esto permite a los agentes realizar actos de comunicación: influye conocimiento y acciones a otros agentes, o realiza peticiones de ejecución de una acción, consulta, informa de algo, etc.

Los agentes usan un lenguaje de comunicación de agentes (ACL) para intercambiar datos y conocimientos: KQML (Knowledge Query and Manipulation Language), FIPA (Foundation for Intelligent and Physical Agents) – ACL y KIF (Knowledge Interchange Format). [Cuesta 2003].

### **2.4.3. Clasificación de los agentes de software**

Las agentes de software varían y se pueden clasificar [CANNES 2005] según el área en el que actúan en:

- Asistentes expertos, agentes de software inteligentes que asisten a los usuarios en decisiones complejas o procesamiento de conocimiento, como el monitoreo médico, control industrial, administración de procesos de negocios, manufactura, y manejo de tráfico aéreo. Este tipo de agentes están dentro del área de inteligencia artificial, pues tratan de representar el conocimiento, razonamiento, aprendizaje, etc.
- Agentes sintéticos, agentes de software que operan en ambientes simulados, como mundos virtuales, MUDS, o juegos de video. Se enfatizan cualidades como credibilidad y personalidad, en lugar de inteligencia o especialización, y pueden jugar papeles en sistemas interactivos para entretenimiento, arte y educación. Este tipo de agentes se encuentran dentro del área de ingeniería de software, pues tratan de ser una herramienta de abstracción para modelar sistemas complejos.
- Softbots, agentes de software que interactúan con ambientes de software del mundo real, como sistemas operativos, Internet y aplicaciones web. Este tipo de agente esta más orientado a los sistemas distribuidos, conectividad, redes, protocolos, distribución de procesos y de datos. [Serradilla 2002].

Otra clasificación más general es la siguiente:

- Según su comportamiento: reflejo simple, basado en metas.
- Según las propiedades que satisfacen: móviles, adaptativos.
- Por las tareas que llevan a cabo: agentes para filtrado de información, agentes de búsqueda.
- Y según su arquitectura: agentes BDI, agentes reactivos. [Cuesta 2003].

### **2.5. Agentes de software orientado a servicios**

Son un tipo de agentes de software, y como sabemos, un agente es una colección individual de componentes primitivas que proveen un enfoque y una cohesión de un conjunto de capacidades. Un agente racional coordinado ha sido por consiguiente desarrollado basado en la declaración anterior. Cada agente esta



asociado con una funcionalidad particular soportada por un estado mental del agente con relación en sus objetivos. Los componentes básicos incluyen solución de problemas, interacción y componentes de comunicación. Un alcance particular (o interconexión) de los componentes de un agente esta requerido para constituir un agente. Este alcance refleja el patrón del estado mental del agente como relación para su razonamiento acerca de lograr un objetivo. En el contexto de la integración de aplicaciones, el agente juega diferentes roles (o proveedor de servicios) y son capaz de coordinar, cooperar y posiblemente competir con otros agentes incluyendo aquellos que son humanos.

Los agentes de software han sido proveídos con sofisticadas tecnologías de descripción e interacción. Hay varios alcances para desarrollar los lenguajes representantes de la ontología en la comunidad multiagente. Ellos proveen una comprensiva descripción para soportar registro de agentes, búsqueda, descubrimiento e interacción y colaboración. Sin embargo, estas aún no han sido exitosamente usadas en aplicaciones e-commerce o de integración.

Los servicios web son apropiados para incorporar las reglas de negocio dentro de los sistemas e-commerce, mientras los agentes de software son apropiados para tales servicios para realizar sus complejas interacciones y características de coordinación. Por consiguiente se tiene una entidad integrada, llamada agente orientado a servicios, que une los mejor de ambos. El objetivo para los agentes es contar con reglas de negocio mientras los servicios alcanzan estas características. Los agentes de software han sido proveídos con intercambio de conocimiento y lenguajes de comunicación. Estas tecnologías son apropiadas para una descripción completa de la semántica para los agentes orientados a servicios. (Yinsheng & Hamada 2004).

Para el presente proyecto nos centraremos en este tipo de agentes de software, aplicado a la integración de aplicaciones principalmente sobre tecnologías de Internet.

### **3. INTEGRACIÓN DE APLICACIONES**

#### **3.1. La integración y sus componentes**

Cualquier proyecto de integración equivale a la construcción de un nuevo sistema. Esta manera de abordar el problema nos ofrece una perspectiva interesante. (Signes 2005). Para empezar nos permite identificar los tres componentes tecnológicos principales:

- los elementos constituyentes del nuevo sistema
- el lenguaje que usarán los elementos en sus interacciones
- un medio de comunicación que permitirá que las construcciones hechas en ese lenguaje lleguen a sus destinos

##### **3.1.1. Elementos**

Los elementos constituyentes de un sistema pueden ser de dos tipos: en primer lugar están los que preexisten al proyecto y cuyas funciones habituales son su razón de ser. En un proyecto de integración de sistemas, es decir, en un proyecto donde los elementos a integrar sean a su vez sistemas, tales elementos pueden ser los sistemas operacionales de los departamentos de la organización. En segundo lugar están aquellos elementos creados expresamente para el proyecto de integración. Se trata de elementos auxiliares (sistemas especializados o infraestructuras) al servicio del lenguaje o de la comunicación. Un servidor LDAP para la autenticación centralizada de usuarios (single sign on) y una estación de mensajería son buenos ejemplos de este tipo de infraestructuras.

##### **3.1.2. Lenguaje**

El lenguaje es un componente presente en todo proyecto de integración, aun cuando no se note. Según una definición clásica el lenguaje sería un "conjunto de signos y convenciones mediante el que los miembros de una comunidad humana cooperan". Esta definición se puede actualizar, sin que pierda por ello su sentido y valor, admitiendo un concepto de comunidad más amplio donde tengan cabida los

sistemas artificiales. Adviértase que según esta definición los lenguajes están estrechamente vinculados al dominio de información del sistema. [Gamma 1995].

En cualquier sistema sus elementos actúan de manera coordinada ante los cambios que se producen en su entorno (estas respuestas previsibles describen el comportamiento del sistema, son sus señas de identidad). Tal coordinación se consigue gracias a que los elementos interactúan, es decir, intercambian información y modifican su estado o su comportamiento de acuerdo con la información recibida. El mero hecho de discernir la información del resto de señales recibidas presupone la existencia de un lenguaje. En los sistemas informáticos el grado de facilidad y formalización de estos lenguajes es muy variable. En el caso de los sistemas asociados a proyectos de integración a escala departamental o corporativa los lenguajes suelen tener una elaboración mínima que no va más allá de la descripción de los mensajes y la creación de alguna tabla auxiliar para la conversión de códigos. Como consecuencia las suposiciones y sobreentendidos adquieren gran peso en el lenguaje, vale decir en las interacciones entre los elementos del nuevo sistema. La utilización de lenguajes poco elaborados presenta ventajas que los convierten en una opción aceptable en algunas situaciones. Entre tales ventajas están la concisión (pocos datos dan mucha información), la velocidad y la eficiencia en las interacciones (ambas derivadas de la concisión). De estas características se derivan otras como son la relativa facilidad, rapidez y menor coste del desarrollo de los componentes software que dotan a los sistemas de las capacidades de expresión y comprensión de este tipo de lenguajes. Muchas organizaciones han resuelto sus problemas de integración con este tipo de lenguajes de uso doméstico y rápida elaboración. Las limitaciones de los lenguajes poco elaborados se hacen evidentes cuando no basta con el mero intercambio de datos (o interoperabilidad funcional), sino que se pretende garantizar que los datos sean interpretados de la misma manera por todos los elementos participantes. Este es el caso cuando se busca una cooperación efectiva entre los distintos elementos para resolver un problema que excede las capacidades de cada uno de ellos por separado (interoperabilidad semántica). Esas limitaciones tienen que ver con la vigencia y el alcance de los sobreentendidos. El tiempo pasa, la realidad cambia y los sistemas creados a imagen suya a duras penas aguantan el ritmo. Los sistemas suelen soportar mal los cambios, con ellos se hacen más ineficientes o van quedando desfasados. El

problema es que cuando la información relevante no está convenientemente explicitada y documentada es más difícil advertir el desfase del sistema. Esta situación conduce a que los datos almacenados puedan interpretarse de manera diferente a cuando fueron registrados. Si este es un peligro real dentro de un sistema, es fácil ver que el riesgo aumenta cuando intervienen varios sistemas, como es el caso en las interacciones. Una conclusión de todo esto es que las soluciones rápidas (quick and dirty), y los lenguajes poco elaborados entre ellas, no son una buena elección para los sistemas que pretendan superar el paso del tiempo. El segundo inconveniente principal de los sobreentendidos lo ilustra la siguiente regla empírica: cuanto mayor es el número o la diversidad de los elementos de un colectivo, menor es el número de supuestos que comparten. Los lenguajes poco elaborados pueden funcionar dentro de comunidades reducidas y controladas. A medida que la comunidad aumenta se hace necesario hacer explícito lo que antes era implícito o, en otras palabras, recurrir a lenguajes más elaborados. Los lenguajes más potentes y elaborados quieren resolver esas limitaciones. El desarrollo de estos lenguajes supone una carga de trabajo y de negociación considerables y suelen ser las organizaciones de normalización u otras asociaciones quienes se encargan de la tarea. Algunos de estos lenguajes toman prestados conceptos y herramientas provenientes de áreas como la inteligencia artificial, la gestión del conocimiento y los sistemas expertos. Componentes habituales de estos lenguajes son las ontologías, modelos de dominio, gramáticas, vocabularios. (Business Integration 2004).

### **3.1.3. Medios de Comunicación**

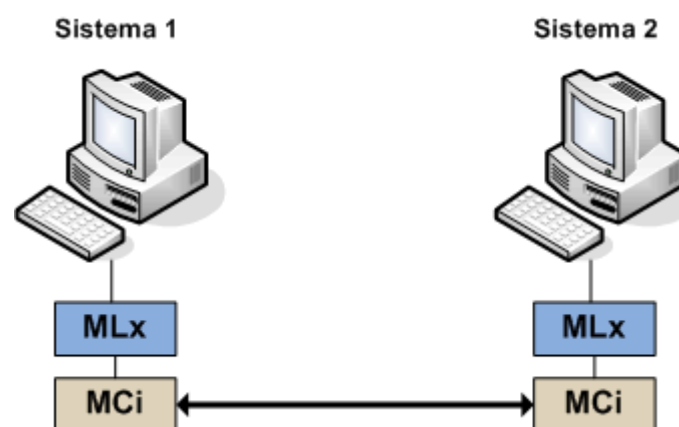
El tercer componente fundamental para la integración es el medio de comunicación, entendido aquí en un sentido muy amplio. Los sistemas utilizan un lenguaje para expresar aquello que va a ser comunicado. Normalmente tal expresión se concreta en un mensaje, que es la unidad de intercambio entre sistemas. El medio de comunicación se entiende aquí como todo aquello que interviene para que el mensaje saliente vaya del elemento origen al elemento destino.

Elementos, lenguaje y medios de comunicación son los componentes imprescindibles para la integración. De alguna manera los tres están presentes en cualquier proyecto de integración. A medida que crece la envergadura del proyecto mayor atención hay que dedicar al lenguaje y a los elementos

El intercambio de mensajes no es el único modo de interacción. También la hay cuando dos sistemas intercambian ficheros o cuando uno de ellos accede directamente a los datos de otro y toma lo que le interesa (por ejemplo a través de un acceso de base de datos). Este último modelo, que se podría llamar de predación, resulta adecuado en ciertas circunstancias, pero su ámbito de aplicación es muy limitado. Concretamente el alto grado de acoplamiento (dependencia) entre los sistemas que intervienen plantea problemas técnicos y organizativos considerables. [Acuña 2002].

### **3.2. El middleware y su importancia**

El middleware es una infraestructura típica diseñada para facilitar la integración. Estrictamente hablando el middleware no es imprescindible pero su utilización simplifica mucho la construcción y el mantenimiento del nuevo sistema resultante del proyecto de integración. El siguiente ejemplo ilustra el papel y la importancia del middleware (Signes 2005). Cuando dos sistemas precisan intercambiar información construyen sus mensajes y utilizan algún medio de comunicación para hacerlos llegar a su destino. Los mensajes son construcciones hechas según las reglas (explícitas o no) de un lenguaje. A los componentes de software encargados de construir e interpretar mensajes en el lenguaje x le llamaremos Módulo del Lenguaje x, o MLx. A los componentes encargados de enviar y recibir mensajes utilizando el medio de comunicación i le llamaremos Mci.



**figura 4. Comunicación de dos sistemas sin middleware.**

En ausencia de otros elementos es preciso que los dos sistemas utilicen el mismo lenguaje y el mismo medio de comunicación. Esto supone que cada sistema debe almacenar (y mantener actualizada) cierta información relativa a los sistemas con que interactúa. A medida que aumenta el número de elementos que interactúan también lo hace la información que cada uno debe almacenar. Todo esto hace que crezca la dependencia entre los sistemas. Por ejemplo, si un sistema cambia sus parámetros de acceso al medio de comunicación (nombre, dirección IP, número de puerto...), para mantener las interacciones es posible que tenga que actualizar esa información en todos los sistemas de los que es interlocutor.

Un cambio mayor, por ejemplo de lenguaje o de medio de comunicación, o la simple actualización de uno de esos módulos puede suponer un esfuerzo de coordinación desproporcionado que obligaría a elegir entre la obsolescencia tecnológica o el aislamiento del sistema. Está claro que este modelo de comunicaciones punto a punto (figura 4), aunque funciona bien en determinados contextos, es manifiestamente mejorable.

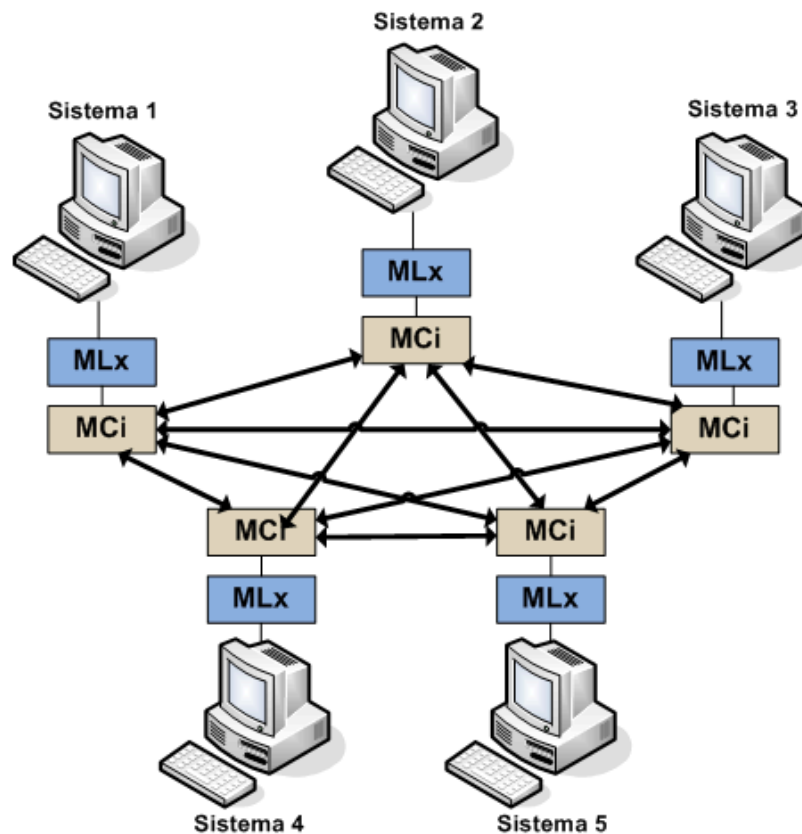


figura 5. Comunicación de varios sistemas sin middleware.

En el modelo de comunicaciones punto a punto la incorporación de un nuevo elemento al sistema resulta siempre problemática. El número de conexiones a mantener crece a ritmo muy rápido: con  $n$  elementos, el número de conexiones asciende a  $n(n-1)$ . La representación gráfica de este escenario ilustra bastante bien su complejidad (ver figura anterior). Este modelo resulta costoso de mantener y proclive a fallos. En la práctica resulta inviable a partir de cierto tamaño [Signes 2005].

### **3.3. Tipos de middleware**

Repasando la historia del middleware desde los años 80 se pueden distinguir tres categorías de productos: estaciones de mensajería, motores de integración y buses de integración.

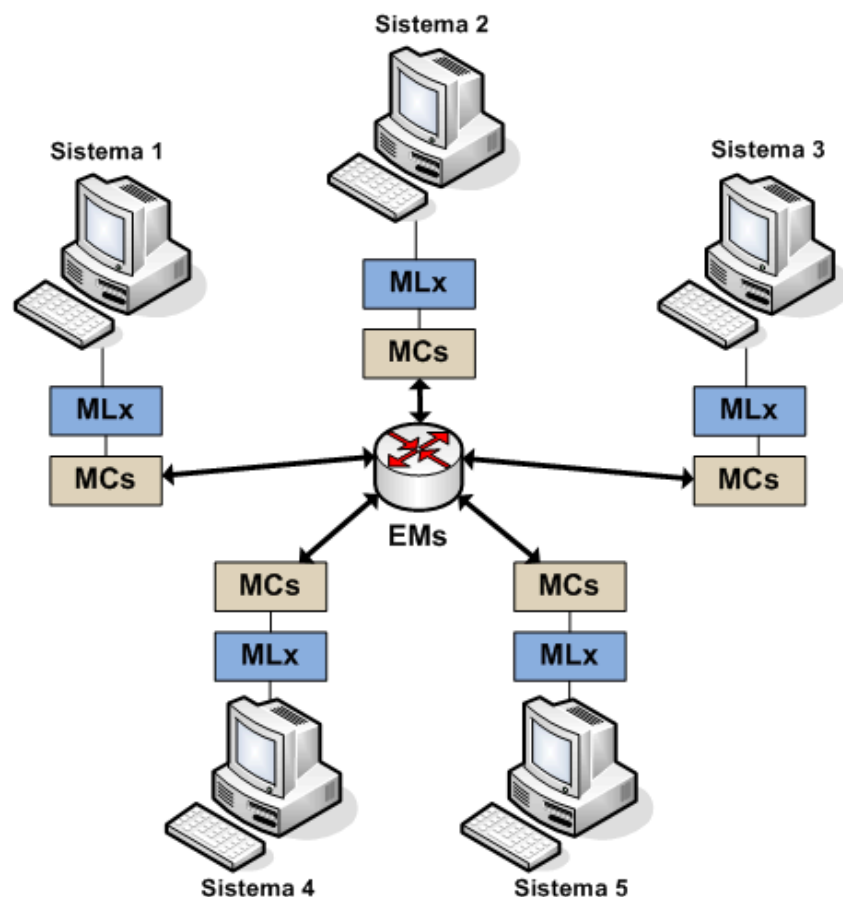
#### **3.3.1. Estaciones de mensajería**

Las estaciones de mensajería (EM) proporcionan asistencia a los sistemas en lo referente a la gestión del medio de comunicación. Concretamente liberan a las aplicaciones de la servidumbre que supone mantener los parámetros de conexión de todos sus interlocutores y de gestionar directamente con ellos el envío y recepción de mensajes. Con una EM lo único que precisan saber las aplicaciones es cómo intercambiar mensajes con ella. La EM asume el compromiso de hacer llegar los mensajes a su destino de una manera rápida y segura que se puede especificar mediante parámetros de calidad y acuerdos de nivel de servicio. Estos acuerdos se expresan en términos de un tiempo máximo de entrega, el reintento un número determinado de veces o durante cierto tiempo si el sistema remoto no está disponible, etc. Las EM proporcionan estos servicios mediante procedimientos basados en soluciones propietarias. Esto significa que el módulo de comunicación MC lo ha de proporcionar el proveedor de la EM (figura 6).

Las EM suelen ocupar el centro de una topología en estrella, también llamadas arquitecturas hub and spoke. Las aplicaciones (o sistemas) se conectan a través de la EM en lugar de hacerlo directamente entre si. El inconveniente principal de estas arquitecturas es que las EM se convierten en puntos únicos de fallo: si cae la EM se acabó la comunicación. Este riesgo es inaceptable en muchos entornos y una

manera de paliarlo consiste en instalarlas en equipos dotados de características de alta disponibilidad. (Signes 2005).

Típicamente las EM no interpretan el contenido del mensaje compuesto por el módulo ML de cada sistema. Lo tratan como un todo que han de hacer llegar a su destino cumpliendo una serie de condiciones.



**figura 6. Comunicación de varios sistemas utilizando una Estación de Mensajería**

Las EM intervienen de varias maneras en la interacción entre aplicaciones. El tipo de interacción más frecuente se representa mediante un diálogo de petición/contestación, en el que una aplicación solicita cierta información a otra mediante el envío de un mensaje de petición. La respuesta viaja de vuelta en un mensaje de contestación. Un segundo tipo de interacción son las donaciones, en las que la aplicación que inicia el diálogo es la que aporta la información. En este caso la aplicación receptora contesta con un mensaje de reconocimiento. Estos diálogos básicos tienen varias características comunes, entre ellas que intervienen dos



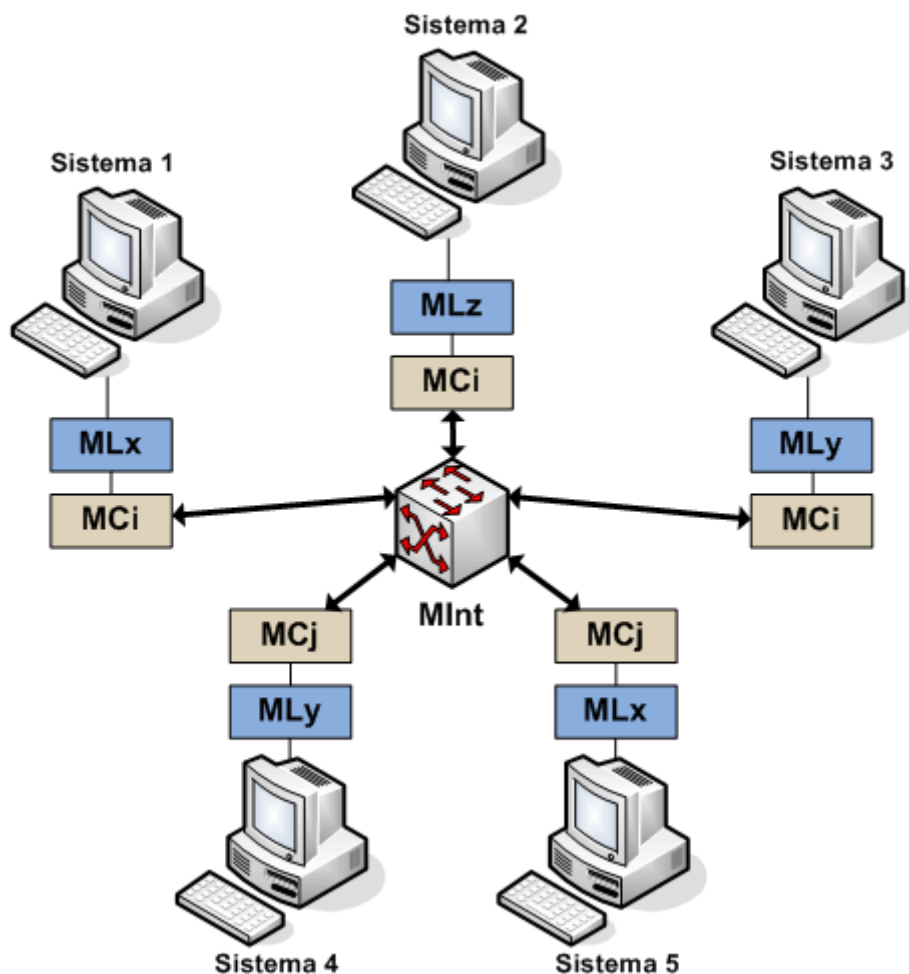
aplicaciones y que cada una sabe quién es su interlocutora. En ambos casos las EM desempeñan su papel de intermediarios de manera transparente. Las EM facilitan interacciones más sofisticadas, como cuando intervienen más de dos interlocutores, o cuando el sistema que envía un mensaje no conoce el número ni la identidad de los destinatarios. Un ejemplo que combina ambas características es el de publicación-suscripción. En este caso el sistema que aporta la información inicia el diálogo mediante el envío de un mensaje a la EM. Ahí terminan sus obligaciones. Por su parte la EM mantiene una lista de temas, colas o asuntos (topics) a los que pueden suscribirse las aplicaciones. Cuando la EM recibe un mensaje destinado a uno de esos temas lo reenvía a cada uno de los sistemas suscritos. Las políticas de calidad establecen las condiciones de la entrega.

Las EM aparecieron en el mercado a finales de la década de los 80, con Internet iniciando el despegue y antes del nacimiento de la Web. Los diferentes proveedores las desarrollaron utilizando soluciones propietarias (la normalización en la materia, los estándares vinculados a la Web y al mundo Java aún estaban lejos). La interoperabilidad entre las EM de distintos fabricantes era nula o muy limitada: cada proveedor tenía su propia manera de gestionar las comunicaciones a bajo nivel y de especificar las políticas de seguridad y calidad.

### **3.3.2. Motores de integración**

Los motores o brokers de integración (MInt) aparecieron como una evolución de las EM hacia finales de los 90. Los MInt heredan todas las características de las EM a las que añaden un nuevo tipo de funcionalidades basadas en la interpretación y tratamiento de los mensajes (recuérdese que las EM no intervienen en el contenido de los mensajes). Entre los nuevos servicios cabe destacar la traducción de mensajes y el enrutamiento basado en el contenido. La traducción de mensajes es muy interesante porque en la práctica poner de acuerdo a todos los sistemas participantes para que usen el mismo lenguaje (o incluso la misma versión) puede ser un reto considerable o directamente imposible. A medida que aumenta el nivel del proyecto de integración (departamental, local, corporativo, regional, sectorial...) menor es el control sobre los sistemas participantes y mayor la probabilidad de que el escenario sea multilingüe. Esta característica se suele ver agravada por el hecho de que la mayoría de los sistemas sólo son competentes en el manejo de un

lenguaje. Los motores de integración ayudan a poner orden en esta torre de babel haciendo que las barreras lingüísticas no sean un obstáculo para las interacciones



**figura 7. Comunicación de varios sistemas utilizando un Motor de Integración**

Por su parte, el enrutamiento de mensajes basado en su contenido permite implementar modelos de interacción más sofisticados que el de publicación/suscripción. En los nuevos modelos el destino de los mensajes no está predeterminado sino que se establece dinámicamente (en tiempo de ejecución) en función de su contenido y otras circunstancias que se consideren relevantes (la disponibilidad o la carga de los sistemas de destino, la hora, el tráfico en la red, etc.).

La intervención en el contenido de los mensajes es un cambio cualitativo importante y marca la diferencia con respecto a las EM. Esa intervención se basa en la posibilidad de realizar un tratamiento automático de mensajes. A este respecto la relevancia del XML y especificaciones afines es sumamente importante. [XML 2005]

En el núcleo de todo MInt hay una EM. Esto hace que algunos inconvenientes de las EM sean parte de la herencia de los MInt. Uno de ellos es que su dominio de aplicación natural está limitado a una red de área local (LAN). Las EM y los MInt son infraestructuras especializadas en el tratamiento de mensajes. En ocasiones se les da el nombre de MOM (Message Oriented Middleware) y se habla de integración de mensajes. (Signes 2005).

### **Procesos de negocio**

En los últimos años se viene observando una tendencia consistente en extraer la lógica de integración de las aplicaciones (no sólo el control del medio de comunicación) y colocarla en el middleware.

Considérese el caso de un proyecto de integración en el que la resolución de un problema concreto requiere la intervención coordinada de varios sistemas de manera que cada uno de ellos realiza una tarea determinada. A este tipo de tareas complejas se le suele llamar procesos de negocio, o BP por sus iniciales en inglés. Son un elemento clave en los nuevos escenarios de integración y prueba de ello es el creciente número de especificaciones a su alrededor (todas empiezan con BP). El tipo de problemas que ilustran los procesos de negocio son frecuentes en muchos proyectos de integración y plantean, a su vez, algunas preguntas importantes: cómo y dónde se define la secuencia de tareas y quién y cómo controla su ejecución. Para el quién y el dónde existen dos alternativas: modelo distribuido o modelo centralizado.

Cuando el control de las tareas complejas (procesos de negocio) se hace de manera distribuida los sistemas integrantes se reparten esa responsabilidad, pero a costa de aumentar sus interacciones y también su interdependencia. Esta solución recuerda el escenario poco deseable de la figura 5, esta vez no ya por las comunicaciones sino por el tipo y número de interacciones entre los sistemas.

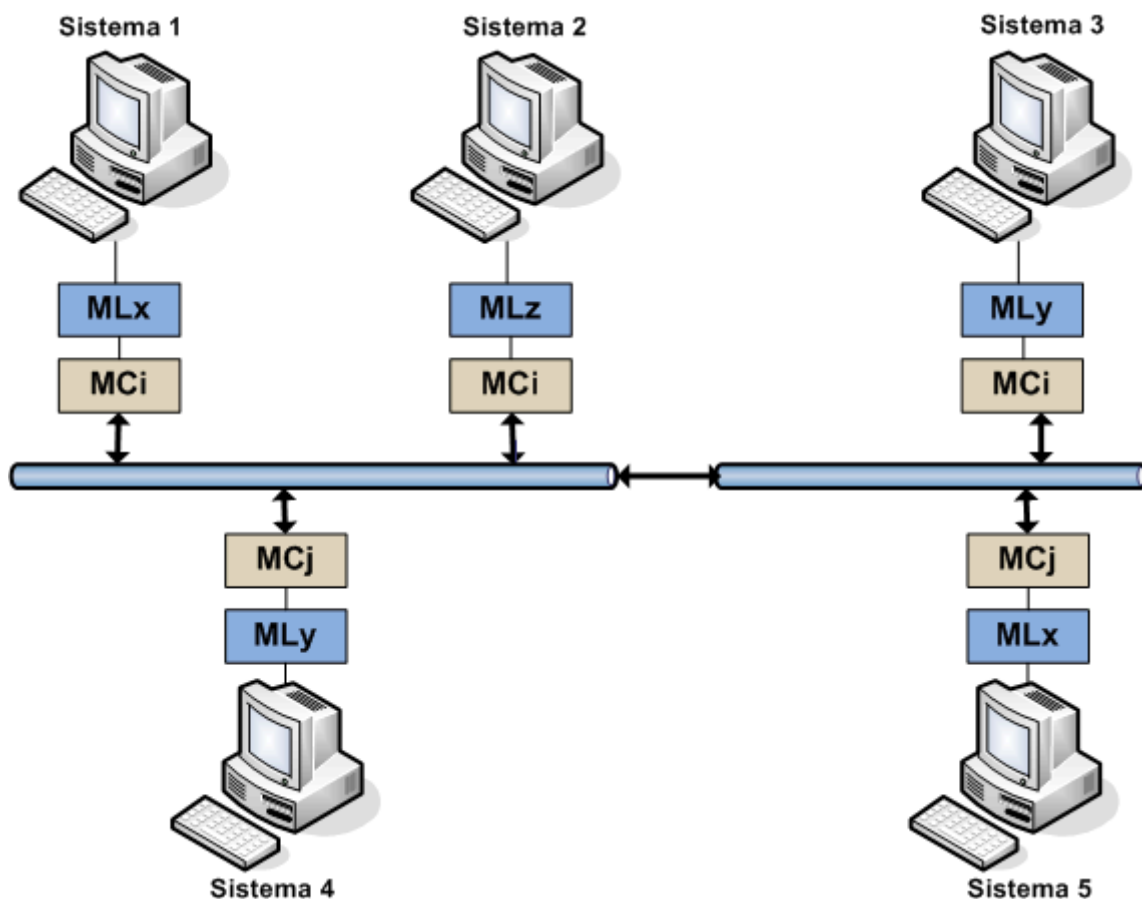
El modelo centralizado es una mejor solución y el middleware, como infraestructura que es para la integración, un sistema adecuado para asumir esas funciones. En los últimos años los MInt han evolucionado para ofrecer servicios

para la definición y control de los procesos de negocio. Esta característica hace de los MInt infraestructuras capaces de responder a los problemas de integración a escala corporativa dentro de las limitaciones que les son propias. (Business Integration 2004).

### **3.3.3. Buses de integración**

El concepto de bus de integración empresarial (o ESB, por Enterprise Service Bus) apareció en escena en 2002. Es un tipo de middleware diseñado para superar las limitaciones de los MInt y responder a las necesidades de integración de las empresas a una escala superior a la considerada hasta entonces. La medida de esa nueva escala la proporciona el concepto de empresa u organización extendida, es decir aquella con varias sedes, tal vez repartidas por distintos continentes, que establecen procesos de negocio con otras organizaciones sobre cuyos sistemas de información no tiene control (Compárese con los MInt, diseñados para resolver los problemas de integración dentro de una LAN). El escenario no es tan ajeno como podría parecer. Una entidad prestadora de salud, con la red de hospitales públicos, centros de atención primaria y clínicas privadas es un buen ejemplo de organización extendida. (Signes 2005).

Los dos conceptos clave aquí son bus y servicio. Los ESB pueden estar físicamente distribuidos en distintos segmentos pero constituyen una unidad lógica (figura 8). Todos los sistemas conectados al ESB comparten el mismo espacio de direccionamiento. Los parámetros de calidad de servicio pueden aplicarse a todo el bus o a cada uno de los segmentos, pero siempre de la misma manera. Los servicios de integración están disponibles para cualquier sistema conectado al bus, no están físicamente ligados a ninguna ubicación y pueden replicarse en aras de la eficiencia y de la seguridad. Entre estos servicios están los de validación, transformación y traducción de mensajes, enrutamiento basado en el contenido, definición y control de procesos de negocio, autenticación, autorización y auditoría, monitorización, administración, y otros.



**figura 8. Comunicación de varios sistemas utilizando un Bus de Integración**

El segundo concepto clave es el de servicio. En un ESB todos los sistemas conectados son proveedores o consumidores de servicios, incluso cuando tal concepto es ajeno al propio sistema (para estos casos los ESB ofrecen el recubrimiento adecuado). Así, los ESB hacen posible el despliegue de arquitecturas orientadas a servicios (SOA) sin exigir que los sistemas participantes ofrezcan una interfaz basada en servicios. Esto es particularmente importante porque en muchas organizaciones abundan los sistemas heredados (legacy systems), que desempeñan funciones clave pero están contruidos al margen de la noción de servicio y de las tecnologías web.

La columna vertebral de todo ESB es un MOM. Aunque la tecnología del MOM siga siendo propietaria es muy robusta y está muy probada. Lo único que debe saber cada sistema participante es cómo enviar y recibir mensajes al ESB. A diferencia de lo que sucedía con las EM, los procedimientos se basan en estándares y pueden ser muy variados, desde un acceso directo a una base de datos hasta el uso de

servicios web, pasando por protocolos propietarios o incluso el intercambio de ficheros. En cualquier caso el ESB es el que hace el esfuerzo de adaptarse a lo que el sistema en cuestión sea capaz de manejar. Para este propósito los ESB disponen de una amplia variedad de adaptadores: JDBC, FTP, SMTP, HTTP, RMI/IIOP, acceso a ficheros planos, etc.

En un ESB la caída de un segmento no compromete el funcionamiento de los demás. Los ESB pueden configurarse de manera que existan servicios, rutas y segmentos alternativos, lo que junto a la ausencia de puntos de control y administración únicos hace que sean infraestructuras capaces de funcionar en régimen de alta disponibilidad. Todos los servicios de integración que aportan los MInt se pueden encontrar en los ESB, pero más y mejor resueltos. En particular en los ESB están muy desarrollados todos los servicios que tienen que ver con los procesos de negocio. Algunos proveedores incluyen también una capa que permite diseñar interfaces de usuario, con lo que abren la puerta a un nuevo producto de integración que son las aplicaciones compuestas (composite applications) que se construyen combinando los servicios disponibles a lo largo del bus. Muchas especificaciones utilizadas en los ESB se construyen como dialectos XML. Por ejemplo las que hacen referencia al control de calidad en el envío de mensajes, o las relacionadas con los procesos de negocio. Algunas de ellas se han propuesto como estándares por diferentes organizaciones aunque todavía no han alcanzado el grado de madurez que sería deseable. Muchas de estas normas están en su primera versión y otras, avaladas por distintas organizaciones, están en abierta competencia. Esta situación dificulta la interoperabilidad entre buses de distintos proveedores y la posibilidad de adquirir conectores proporcionados por terceros. En los próximos años cabe esperar que el panorama mejore y que esto redunde en un abaratamiento de los productos y en una mayor independencia de los proveedores. [Signes 2005].

SOA representa una revolución dentro del software comparable a la que en su día supuso la programación orientada a objetos. SOA facilita la construcción de sistemas heterogéneos, la reutilización y la interoperabilidad del software.

### **3.4. Integración de aplicaciones empresariales**

EAI (Enterprise Application Integration) puede definirse como una estrategia de Tecnología de Información para las empresas. Como concepto es la integración de nuevas aplicaciones con las ya existentes, incluyendo las aplicaciones heredadas o los paquetes de software, de forma que todas juntas proporcionen las funcionalidades necesarias para soportar los procesos de negocio de la empresa. Esta integración permite a la organización mantener el ritmo de los cambios del mercado y reaccionar a tiempo frente a ellos. Las organizaciones sólo lograrán todos los beneficios que puede aportar el e-business cuando consigan integrar todas sus aplicaciones con las de otras compañías como sus partners, proveedores y distribuidores.

Las organizaciones se enfrentan a un nuevo escenario de negocios en el que Internet tiene un papel protagonista. Surgen nuevos mercados, nuevos canales de distribución y, por qué no, nuevos competidores. Los clientes esperan recibir productos y servicios perfectamente adaptados a sus necesidades, y a menor coste, en cualquier lugar y momento e independientemente de la moneda o el idioma. Si una empresa no puede ofrecer exactamente lo que necesitan y con la máxima rapidez, sus clientes no dudarán en cambiar a otra. Esto puede suponer una amenaza para muchas organizaciones, pero para aquellas que se doten de las soluciones adecuadas, surge un nuevo campo de enormes posibilidades. (Fujitsu 2003).

#### **3.4.1. Requisitos para una solución de integración de aplicaciones**

Elegir el diseño de patrón más adecuado para la integración de aplicaciones sólo puede hacerse en el contexto de unos requisitos de empresa específicos. Estos requisitos no sólo afectan a la integración de aplicaciones específica que debe desplegarse, sino también a la infraestructura de TI y las preferencias tecnológicas de la empresa [IBM 2000]. A continuación se describen los contextos y las preguntas a tener en cuenta:

- a) Solicitud de información frente a solicitud de proceso. ¿La solución integrada sólo es de acceso a la información o está destinada a integrar las solicitudes de proceso?

- b) Integración en primer plano frente a integración en segundo plano. ¿Hay un usuario esperando el resultado de la operación o esta operación se efectúa de forma subyacente? Un ejemplo de proceso en primer plano lo tenemos en un usuario que solicita precios para la compra de un producto, mientras que un proceso en segundo plano sería la sincronización de la información sobre precios desde la oficina central a todas las tiendas locales.
- c) Ámbito de integración. ¿El proyecto de integración implica un solo patrón de negocio, varios patrones de negocio o la creación de toda una infraestructura para varias soluciones de e-business?.
- d) Latencia de operaciones (aplicaciones y/o consultas de datos). ¿Cuánto tardará en completarse la operación en la aplicación? Las operaciones que no pueden completarse en menos de un par de segundos reflejan la necesidad de utilizar métodos asíncronos de integración. Una consulta al inventario de productos puede ser una operación rápida, mientras que el cálculo del plan de producción para la fabricación de ese inventario puede tardar varios minutos u horas en completarse.
- e) Proximidad geográfica. ¿Qué distancia separa las aplicaciones que se van a integrar? Parecido a la idea de la latencia de operaciones, un elemento que se suele pasar por alto en el diseño de integración de aplicaciones empresariales es la proximidad entre las aplicaciones involucradas. La integración de aplicaciones que residen en el mismo centro de datos tiene una latencia de integración mucho menor que la integración de aplicaciones dispersadas por todo el mundo.
- f) Grado de conformidad de aplicaciones. ¿Las aplicaciones soportan interfaces estandarizadas (directamente o a través de la abstracción de adaptadores) o interfaces específicas de aplicación? Los entornos de empresa que tienen mensajes estandarizados o que implementan esta estandarización en los extremos utilizando adaptadores de nivel 2 o de nivel 3 (consulte el apartado Adaptadores) no requieren la transformación en el concentrador de



integración. Muchos entornos tienen un número significativo de interfaces heredadas que hacen que sea más rentable realizar la transformación de forma central en un concentrador de integración que implementar interfaces estandarizadas.

- g) Reingeniería de procesos. ¿El cliente está rediseñando sus procesos empresariales o está ampliando un proceso empresarial existente? La mayoría de los procesos empresariales heredados están encapsulados en las aplicaciones mismas. La gestión BPM (Business Process Management) es realizada por las aplicaciones existentes. A veces el esfuerzo de EAI simplemente consiste en intentar integrar mejor las operaciones funcionales de un proceso empresarial monolítico. Otros esfuerzos son más ambiciosos y pretenden mejorar los procesos empresariales a través de la integración.
- h) Cartera de aplicaciones. ¿Qué contiene la combinación de aplicaciones? Puede contener software preempaquetado, aplicaciones heredadas o aplicaciones recientemente desarrolladas. Uno de los elementos más importantes de un proyecto de EAI es realizar una encuesta sobre el panorama de aplicaciones. Algunos entornos están basados en gran parte en software preempaquetado. Otros entornos, en cambio, se componen únicamente de aplicaciones personalizadas elaboradas por la propia empresa. Otros entornos pueden ser una combinación de aplicaciones preempaquetadas que funcionan con aplicaciones heredadas elaboradas por la propia empresa.
- i) Invasiva frente a no invasiva. ¿Cuál es el nivel de independencia entre la implementación de aplicaciones y la interfaz de EAI? ¿Qué probabilidad hay de que los cambios realizados en la aplicación requieran cambios en la interfaz o cambios en el proceso de integración? El grado de invasión no sólo afecta al adaptador de aplicación, sino que también puede afectar al proceso del concentrador de integración e incluso requerir cambios en la aplicación asociada. Cuanto más se propague un cambio a través de la topología de integración de aplicaciones, más caro resultará este cambio. El grado de invasión suele describirse en términos de acoplamiento (acoplamiento débil

frente a acoplamiento fuerte), o el enfoque de caja negra frente al de caja blanca.

- j) Arquitectura de empresa. ¿Hasta qué nivel está definido el modelo global de proceso y datos de la empresa? La arquitectura de empresa es un conjunto de instancias correspondientes a las funciones de aplicación, el modelo de datos de aplicación, las interfaces de aplicación y el flujo de control de aplicaciones. Además de capturar una descripción detallada del entorno de empresa existente, una buena arquitectura de empresa (EA) tiene en cuenta nuevos requisitos de proceso empresarial.

Los diferentes tipos de arquitectura de empresa imponen diferentes patrones Integración de aplicaciones. Por ejemplo, el patrón de usuario a empresa se divide en escenarios centrados en la Web y centrados en la empresa. Los escenarios centrados en la empresa tienen más contenido heredado que los escenarios centrados en la Web. Las características clave de la EA que afectan al método de EAI incluyen:

- El número de aplicaciones
- El grado de centralización de los repositorios de datos
- La integridad de las interfaces de aplicación
- La conformidad de las aplicaciones participantes con los datos de EA y el modelo de interfaz.

### **3.5. El mercado actual**

Una ojeada a los prospectos de los productos disponibles en el mercado permite extraer algunas conclusiones interesantes para el potencial comprador. Entre ellas las siguientes:

- No existe acuerdo sobre el uso de los términos utilizados para describir las características de los productos. Por ejemplo, existen casi tantas interpretaciones de lo que es un ESB como proveedores. Esta situación la aprovechan (cuando no la crean) los departamentos de marketing para poder colocar sus productos en un segmento del mercado bastante exclusivo y prometedor. Esto obliga al consumidor a solicitar una lista detallada de funcionalidades y a comprobar por si mismo si el producto ofrece o no todo lo que le interesa. Los folletos no suelen ser suficientes.

- Por la misma razón resulta difícil hacer comparaciones entre distintos productos. Las comparativas publicadas por algunas consultoras resultan engañosas.
- Algunos proveedores también lo son de otros tipos de software (típicamente servidores de aplicaciones J2EE) y los comercializan conjuntamente dentro de paquetes. Es importante estar advertido de las dependencias y posibles costes ocultos.
- Los productos disponibles incorporan gran número de funcionalidades y servicios y es probable que sólo parte de ellos sean interesantes para un proyecto determinado. No es preciso comprar toda la pila de servicios, sólo lo que se vaya a usar.

El cuadro siguiente ilustra algunos de los productos middleware en el mercado nacional y las principales empresas dedicadas a la integración de aplicaciones empresariales [BEA 2005, Microsoft 2004]. Los productos aquí presentados, están clasificados según los diferentes tipos de middleware (características descritas en la sección anterior) que pueden soportar.

#	Producto	Empresa	Clasificación
1	MQ Series	IBM	EM
2	Visibroker CORBA	Borland	Mint
3	SIX / TCL	Novatronic	EM, Mint
4	BizTalk	Microsoft	EM, Mint, BP
5	WebLogic Integration	BEA	EM, Mint, BP, ESB

**cuadro 1. Principales productos y empresas para la integración de aplicaciones**

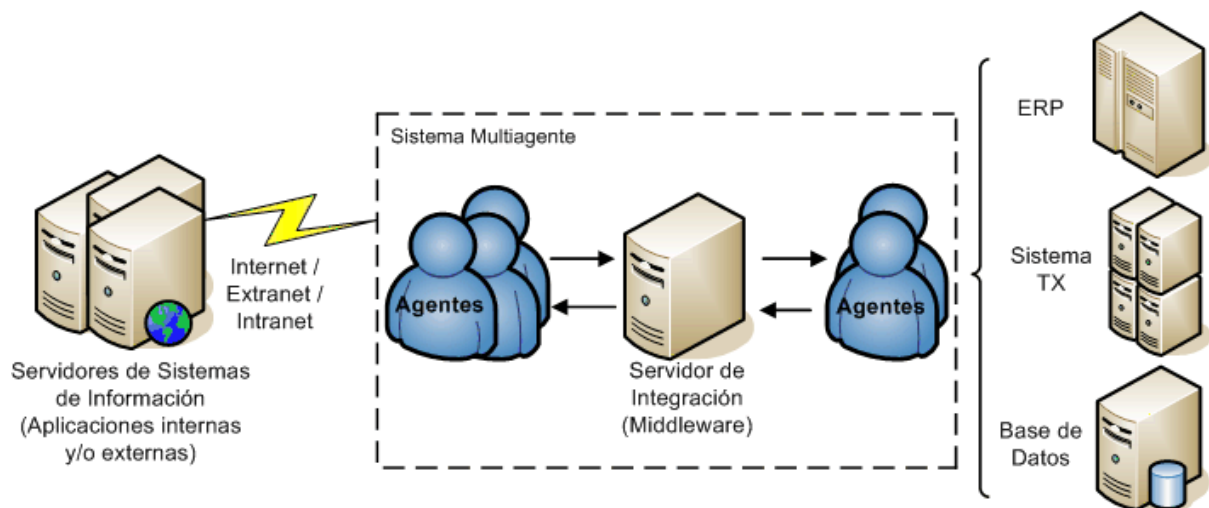
## **4. MODELO DE AGENTES PARA LA INTEGRACION DE APLICACIONES**

### **4.1. El Modelo**

Después de revisar la tecnología de agentes, su tendencia y teniendo en cuenta las consideraciones para la integración de aplicaciones, se describe un modelo de sistema multiagente que permita dar encuentro a la integración de los sistemas empresariales. En ese contexto, los sistemas multiagentes que consideramos constan de tres componentes principales:

- Un middleware para soportar la comunicación entre los agentes y con sistemas propietarios. Sobre este middleware es posible utilizar herramientas basadas en estándares de comunicación entre agentes o utilizar interfaces específicas para cada agente con un lenguaje como XML y SOAP. El tipo de middleware que mejor se acomoda a las necesidades de la integración de aplicaciones y de los agentes es el bus de servicios visto en el capítulo anterior.
- Los agentes que cooperan para proporcionar servicios a los usuarios. Representados por los agentes orientados a servicios, soportados en conjunto por tecnologías de servicios web y adaptadores ensamblados sobre el middleware.
- Los recursos a ser gestionados, que puede ser algún sistema propietario o tratarse de un servidor web, una base de datos, un ERP, un sistema de gestión de procesos de negocio, dependiendo del entorno de la aplicación.

Como se ve en la figura 9, el middleware esta representado por un servidor de integración, a el nos referimos como el motor de integración con la capacidad de implementar el bus de servicios empresariales. Un servidor de integración actualmente soporta las características de administración de procesos de negocio, transformación de datos, mensajería basada en reglas, soporte a las tecnologías de web services, y XML. Todo ello depende del proveedor del servidor de integración.



**figura 9. Modelo de sistema multiagente para la integración de aplicaciones**

En este modelo, los recursos son los servidores en los cuales residen las aplicaciones que se desean integrar. Ellos pueden ser de diferentes tipos como ERP (Enterprise Resource Planning), Sistemas transaccionales (como sistemas legacy), servidores de base de datos, o también otro middleware de integración. Sin embargo a su vez ellos están agrupados en dos categorías dependiendo de su ubicación física: sistemas internos (aquellos que están dentro de la misma empresa) y sistemas externos (aquellos que se encuentran fuera de la empresa). Los servidores de sistemas de información se encuentran separados por un símbolo de comunicación de red, que representa a la Internet, extranet o intranet. Es Internet cuando se comunica hacia algún sistema o componente externo a través del protocolo HTTP. Para este modelo, será extranet si el sistema no es parte de la organización, por ello ubicado físicamente fuera de empresa. Y será intranet, sí el sistema es parte de la organización pero no se encuentra físicamente ubicado dentro de la empresa. En otros escenarios pueden haber discrepancia con la utilización de los términos de extranet e intranet.

Los agentes son el componente principal del modelo. Juntos forman el sistema multiagente que se encuentran desplegado en el middleware o servidor de integración. Los agentes son los encargados de integrar las diferentes aplicaciones de los sistemas empresariales, pero también pueden estar ubicados como enmascaradotes (wrappers) dentro de los aplicaciones empresariales. Estos agentes se dividen en dos categorías:

- De integración interna, cuando ellos están ubicados entre el servidor de integración y los sistemas empresariales ubicados dentro de la empresa. El control sobre ellos es mayor y las posibilidades de comunicación de los agentes es más flexible pero también más variada por las diferentes tecnologías y lenguajes que pueden haber.
- De integración externa, cuando están ubicados entre el servidor de integración y los sistemas empresariales ubicados fuera de la empresa. Puede ser que los sistemas formen parte de la misma organización, o que sean de otra organización, en cuyo caso estaríamos hablando de una integración B2B. Se tiene un menor control para este tipo de agentes, pero igual se cuenta con diversas tecnologías que dan soporte. Aunque se complica su implementación cuando se trata de diferentes organizaciones.

Para este modelo existen tecnologías que han sido seleccionadas para utilizar como la base del sistema multiagente, permitiendo que se tenga el soporte necesario para la integración de los sistemas empresariales. El siguiente cuadro nos resume cuales han sido las tecnologías seleccionadas.

#	Elementos del modelo	Tecnología de Apoyo
1	Arquitectura	Arquitectura orientada a servicios (SOA)
2	Tipo de agentes	Agentes de software orientados a servicios.
3	Middleware	Servidor de integración con bus de servicios
4	Lenguaje de comunicación	XML / SOAP
5	Agentes de integración interna	Adaptadores / conectores
6	Agentes de integración externa	Web Services
7	Ubicación / Publicación de agentes	UDDI / JNDI

**cuadro 2. Tecnologías del modelo de agentes de integración**

Algunas de las equivalencia entre los elementos del modelo y las tecnologías mostradas en el cuadro, han sido descritas anteriormente y esta sobreentendido su aplicación, así es el caso del tipo de agente, middleware y del lenguaje de comunicación. Por otro lado, SOA es un método para diseñar y construir soluciones de software muy independientes (poco acopladas) y la funcionalidad sería accesible

programáticamente por otras aplicaciones a través de interfaces publicadas y que puedan ser descubiertas. Esto hace interesante el uso de la arquitectura para el modelo. Los servicios web representan una implementación de una arquitectura orientada al servicio. Básicamente una arquitectura orientada al servicio es una colección de servicios. Estos servicios se comunican entre ellos. La comunicación puede involucrar simplemente el paso de datos o la coordinación de alguna actividad entre varios servicios. Las arquitecturas orientadas a servicios no son una cosa nueva, la primera de estas surgió en el pasado, con el uso de DCOM o los ORBs (Object Request Brokers) de CORBA. Recordemos que un servicio es una función que está bien definida, es auto contenida, y no depende del contexto o el estado de otros servicios. La tecnología de los servicios web es la tecnología de conexión más apropiada actualmente para las arquitecturas orientadas a servicios.

Esta arquitectura se describe en la siguiente sección mostrando porque es el armazón principal del sistema multiagente para la integración de aplicaciones. Así mismo las tecnologías de apoyo para la implementación de los agentes son desarrollados más adelante.

#### **4.2. La arquitectura del sistema**

SOA (arquitectura orientada a servicios) es una arquitectura cuyo objetivo es lograr el menor acoplamiento entre los componentes de software que trabajen recíprocamente en el sistema. En esta arquitectura, el servicio es una unidad de trabajo implementada por un proveedor de servicios para alcanzar los resultados deseados por un consumidor de servicios. El proveedor y el consumidor son papeles desempeñados por componentes de software a nombre de los sistemas empresariales [SOA 2003]. La idea de SOA sale perceptiblemente de la de programación orientada a objetos que ata fuertemente los datos y junta los procesos. Los resultados de un servicio son generalmente el cambio de estado para el consumidor pero pueden también ser un cambio de estado para el proveedor o para ambos. Consumir un servicio es generalmente más barato y eficaz que hacer el trabajo en el mismo sistema. No se trata de ser expertos en todo, sino de separar las responsabilidades de las tareas. A esto se llama "separación de preocupaciones" y se mira como un principio de la arquitectura. SOA alcanza poco acoplamiento entre

los agentes de software empleando dos conceptos para la arquitectura de aplicaciones:

- Un conjunto pequeño de interfases simples y uniformes para todos los componentes participantes. Solamente la semántica genérica se codifica en las interfases. Los interfases deben estar universalmente disponibles para todos los proveedores y consumidores.
- Mensajes descriptivos definidos por un esquema extensible entregado a través de los interfases. Un esquema rígido limita el vocabulario y la estructura de los mensajes. Un esquema extensible permite que las nuevas versiones de servicios sean introducidas sin afectar a los servicios existentes.

La figura 10 nos muestra los elementos que intervienen dentro de la arquitectura SOA: el proveedor de servicios en el cual se encuentra el servicio con su “service description” encargado de mantener la información del servicio, el consumidor del servicio que viene a ser el cliente y el descubridor de servicios o entidad donde se publican los service description. Las líneas de comunicación describen por sí mismas los principales procesos en una arquitectura orientada a servicios: publicación, búsqueda e interacción de servicios.

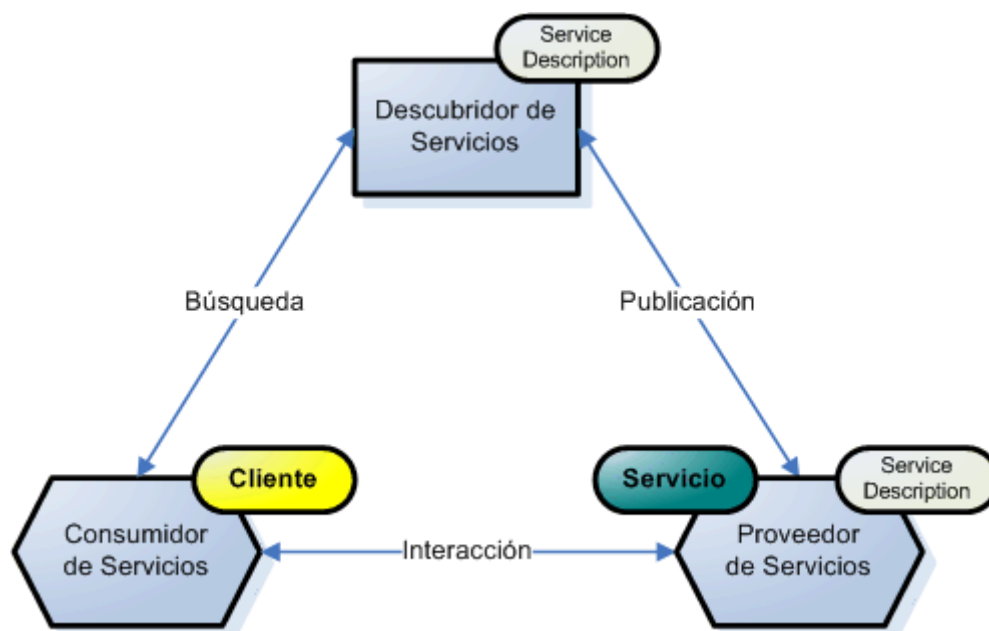


figura 10. Arquitectura orientada a servicios (SOA 2003)



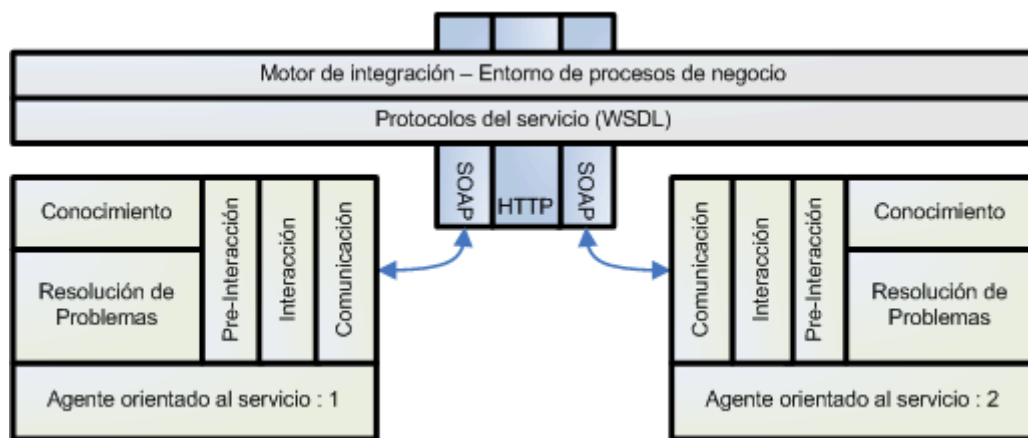
Hay algunas reglas a seguir antes de poder decir que estamos en una arquitectura orientada a servicios:

- a) Primero, los mensajes deben ser descriptivos, más bien instructivos, porque el proveedor de servicio es responsable de solucionar el problema. Esto es como ir a un restaurante: usted dice al mozo lo que desea y sus preferencias pero usted no dice al cocinero cómo cocinar su plato paso a paso.
- b) En segundo lugar, los proveedores de servicio no podrán entender su petición si sus mensajes no se escriben en un formato, una estructura, y un vocabulario que sea entendido por todos los participantes. La limitación del vocabulario y de la estructura de mensajes es una necesidad para cualquier comunicación eficiente.
- c) Tercero, la extensibilidad es vital. No es difícil entender por qué. El mundo es un lugar siempre que cambia y así es cualquier ambiente en el cual vive un sistema de software. Esos cambios corresponden a la demanda del negocio, a los consumidores del servicio, proveedores, y los mensajes que intercambian. Si los mensajes no son extensibles, los consumidores y los proveedores serán bloqueados en una versión particular de un servicio.
- d) Cuarto, SOA debe tener un mecanismo que permita a un consumidor descubrir un proveedor de servicio bajo un contexto de un servicio buscado por el consumidor. El mecanismo puede ser realmente flexible y no tiene que ser un registro centralizado. Sin embargo, se puede carecer de él cuando las referencias son conocidas.

#### **4.2.1. Enlace entre la arquitectura y el modelo**

Para la arquitectura, el agente será visto como un servicio, proveído de las interfases necesarias para la comunicación y lograr el objetivo de integración del modelo. Aquí, la interconexión es fundamentalmente importante. Si las interfases no trabajan, los sistemas no trabajan. La interconexión es también costosa y propensa a errores para las aplicaciones distribuidas. Una interfaz necesita describir comportamiento del sistema, y esto es muy difícil de poner en ejecución correctamente a través de diversas plataformas e idiomas. Las interfases alejadas son también la parte más lenta de la mayoría de las aplicaciones distribuidas. Por ello, en vez de construir nuevas interfases para cada aplicación, se reutilizan algunas genéricas para todas las aplicaciones. La figura 11 muestra como se

relacionan dos agentes orientados a servicios utilizando las principales características tecnológicas de la arquitectura SOA.



**figura 11. Arquitectura SOA como soporte para el sistema multiagente**

Estas tecnologías son apropiadas para los agentes orientados a servicios permitiéndoles ejecutarse sobre Internet. La tendencia a favor, propone un mayor alcance a la descripción de los agentes. Esto coordinado con la tecnología de servicios web proveen una solución técnica para los agentes y principalmente dirigido a afrontar los retos actuales de integración. Como ilustra la figura anterior, se consideran cinco capas para la arquitectura SOA: entorno de procesos de negocio, protocolos de servicios, representación del conocimiento, entidades de aplicación y la transportación. El entorno de procesos de negocio sobre el motor de integración de aplicaciones colabora con cada uno de ellos por medio de transacciones de negocio centralizadas. La interacción asociada esta soportada por los protocolos orientados a servicios tales como SOAP y WSDL (descritos más adelante). Estos protocolos están semánticamente conectados con los agentes orientados a servicios, basados en el conocimiento de sus componentes. Las entidades aplicativas se refieren a la implementación de los componentes de agentes con habilidades de servicios y patrones de interacción. La comunicación, interacción y la pre-interacción son manejados por diálogos a través de los servicios. La transportación se refiere al protocolo de transporte, en este caso HTTP que conecta la arquitectura SOA con la Internet, intranet o extranet. [Yinsheng & Hamada 2004].

### **4.3. Agente de software para la integración de aplicaciones**

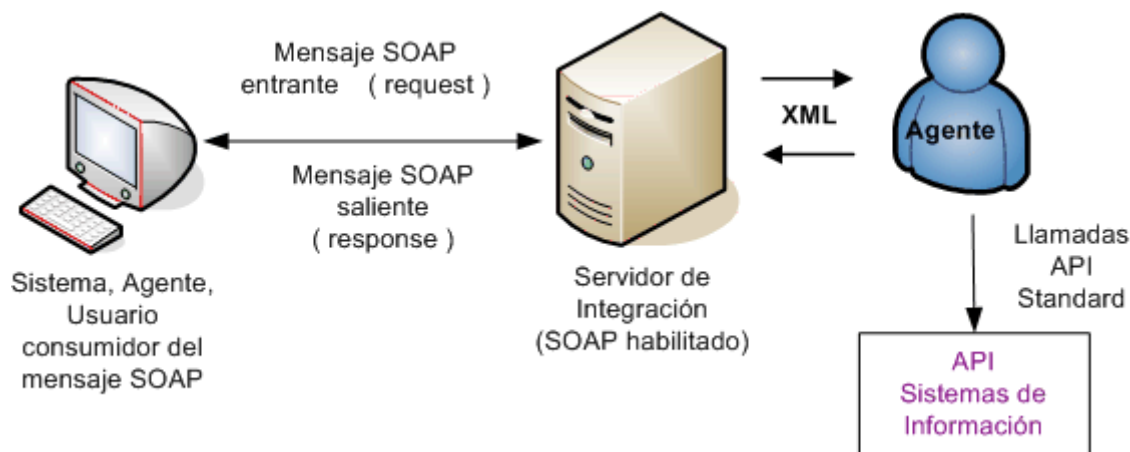
Tomando la clasificación de agentes orientados a servicios, sobre el modelo y la arquitectura orientada a servicios planteada, desencadena en un agente que trabaje como un servicio, con la capacidad de entender un lenguaje de comunicación común para relacionarse con otros agentes u otros componentes externos, ofrecer un mecanismo de comunicación semántica para publicar información, soporte para solucionar los problemas encomendados de integración e interactuar con ellos y la flexibilidad para poder cambiar sin afectar a otros componentes del sistema. El lenguaje de comunicación esta representado por XML, que permite definir de una manera flexible diferentes esquemas para la comunicación entre los agentes. A su vez sirve como mecanismo para relacionarse con el motor de integración que viene a ser la plataforma base del medio de comunicación. Precisamente, el tipo de servidor de integración seleccionado debe ser uno con la capacidad de manejar un bus de servicios de integración. La mayor parte de la capacidad que proveen los agentes de integración es dependiente de las tecnologías intervinientes como SOAP, WSDL, HTTP, XML, UDDI y del servidor de integración con la implementación de su bus de servicios [Microsoft 2004, XML 2005].

Por otro lado, la capacidad de solucionar problemas esta representada por el mecanismo de entender los requerimientos de información, procesar el pedido y enviar las respuestas (resultados originadas por tal solicitud) hacia el siguiente componente en el bus de integración. Aquí el procesamiento inteligente puede ser nulo, dependiendo de la potencia del servidor de integración o de la necesidad de los sistemas a ser integrados, por ello la diferencia entre agentes de software inteligentes y de integración de aplicaciones. Estos agentes de software de integración de aplicaciones se clasifican en dos tipos dependiendo de la ubicación donde realicen la función de integración.

#### **4.3.1. Agentes de integración interna**

Los agentes de integración interna son aquellos que se encuentran relacionados entre los sistemas empresariales que se ubican dentro de la empresa y el servidor de integración. Generalmente este tipo de agente trabaja con los adaptadores (conectores de aplicaciones) que permiten que haya una interacción de llamadas a servicios o notificaciones de eventos. Sus interacciones pueden venir de

ambos puntos de comunicación, siendo su principal misión pasar la información hacia los sistemas empresariales en el lenguaje que ellos puedan entender (generalmente una API nativa) pero manteniendo un lenguaje que permita comunicarse con otros agentes a través del servidor de integración. El esquema de funcionamiento de un agente de integración interna se representa en la figura 12.



**figura 12. Esquema de funcionamiento de un agente de integración interno**

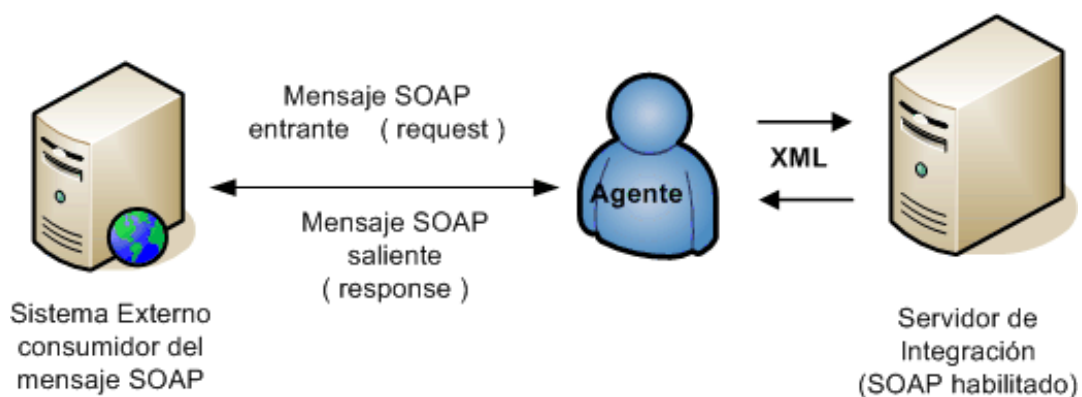
Los sistemas consumidores de mensajes pueden iniciar la solicitud hacia el agente, previo comunicación con el servidor de integración (que representa el proveedor de servicios). Hasta aquí la comunicación de información es utilizando un lenguaje como SOAP sobre la base de la arquitectura orientada a servicios. El servidor de integración, recupera la sección del mensaje XML (pueda ser que sea el mismo mensaje SOAP) que necesita el agente y se lo pasa. Es el agente, el que se encarga a través de los mecanismos necesarios de interpretar estas llamadas XML y haciendo uso de los adaptadores traducirlas en código nativo del sistema de información con el cual se desea comunicar. Estas APIs nativas pueden ser desde métodos para comunicarse con base de datos (como JDBC) hasta llamadas de bajo nivel a sistemas empresariales.

La principal tecnología de soporte a estos agentes, como comentamos en la sección anterior, son los adaptadores o conectores de aplicaciones implementados con drivers nativos o APIs de estos sistemas sobre los cuales se monta la capacidad de entender y responder en el lenguaje seleccionado para la comunicación de los agentes, en este caso XML [INFOCOM 2003, BEA 2005]. Sin embargo este tipo de

agentes también puede ser implementado con interfases de servicios web, cuando se requiere una comunicación con sistemas de plataformas muy diferentes, o cuando se piensa en uniformizar los servicios sobre el bus de integración. Para el ejemplo del cuadro, el formato de los mensajes es SOAP utilizado por los servicios web descritos más adelante en esta sección.

#### **4.3.2. Agentes de integración externa**

Los agentes de integración externa son aquellos que se encuentran entre los sistemas empresariales externos que se ubican fuera de la empresa y el servidor de integración. Esto significa que este tipo de agente se apoya sobre las interfases de implementación con uno o varios servicios web permitiendo que haya una relación de comunicación entre ambas partes. Pero también se puede relacionar con interfases para colas y componentes remotos. Sus interacciones generalmente van hacia un solo sentido de comunicación, sin embargo pueden venir de ambos lados. También mantienen un mismo lenguaje que permita comunicarse con otros agentes a través del servidor de integración, pero adicionalmente requiere un mecanismo de publicación de información. Este esquema, permite la delegación de servicios de integración, puesto que los agentes pueden encontrarse físicamente en servidores dentro o fuera de la empresa. El funcionamiento de un agente de integración externa se representa en la figura 13.



**figura 13. Esquema de funcionamiento de un agente de integración externo**

Desde el punto de vista de la arquitectura, un agente es visto como un servicio. El servicio es una entidad de software que encapsula funcionalidad de negocios y proporciona dicha funcionalidad a otras entidades a través de interfaces públicas

bien definidas. Los componentes de este tipo de agentes están poco acoplados. El agente puede recibir requerimientos de cualquier origen. La funcionalidad del agente se puede ampliar o modificar sin rendir cuentas a quienes lo requieran. Como se aprecia en la figura la comunicación es a través de un lenguaje SOAP (tipo particular de XML para los servicios web) y la comunicación interna es con un esquema XML estándar hacia el servidor de integración. En este escenario generalmente no se presentan llamadas de API nativas hacia los sistemas empresariales. Los servicios son las unidades de diseño e implementación. Los componentes que requieran un servicio pueden descubrirlo y utilizarlo dinámicamente mediante UDDI y sus estándares sucesores. Las especificaciones son lo suficientemente amplias para servir de marco de referencia estándar tanto a objetos como a componentes y servicios, pero las herramientas usuales de diseño (por ejemplo UML) no poseen una notación primaria óptima que permita modelar servicios y agentes, a despecho de docenas de propuestas en todos los congresos de modelado. Un servicio puede incluir de hecho muchas interfaces y poseer propiedades tales como descripción de protocolos, puntos de entrada y características del servicio mismo. Algunas de estas notaciones son provistas por lenguajes declarativos basados en XML, como WSDL (Web Service Description Language). [Web Services 2004].

#### **4.3.3. Los servicios web como agentes de integración**

Según la W3C (el organismo que se encarga de desarrollar gran parte de los estándares de Internet), se define un servicio web de la siguiente forma: “Un servicio web es una aplicación de software identificada mediante una URI, cuyo interfaz (y uso) es capaz de ser definido, descrito y descubierto mediante artefactos XML, y soportar interacciones directas con otras aplicaciones de software usando mensajes basados en XML y protocolos basados en Internet”. Además de ser una definición un tanto complicada, uno llega a la conclusión de que es tan genérica que millones de cosas pueden ser un servicio web. Sin embargo, cuando los desarrolladores hablamos de servicios web nos estamos refiriendo a tecnologías muy concretas, al menos la gran mayoría de las veces. Por todo esto una definición alternativa podría ser la siguiente: Un servicio Web es un componente software que se basa en las siguientes tecnologías:

- Un formato que describa la interfaz del componente (sus métodos y atributos) basado en XML. Por lo general este formato es el WSDL (Web Service Description Language).
- Un protocolo de aplicación basado en mensajes y que permite que una aplicación interaccione (use, instancie, llame, ejecute) al servicio web. Por lo general este protocolo es SOAP (Simple Object Access Protocol).
- Un protocolo de transporte que se encargue de transportar los mensajes por Internet. Por lo general este protocolo de transporte es HTTP (Hiper-Text Transport Protocol) exactamente el mismo que usamos para navegar por la Web.

[W3C 2004]

Para el modelo de agentes que consideramos, todos los servicios web que intervengan formarán una capa de servicios de integración, que finalmente accede a los sistemas de información empresariales a través de los adaptadores o se comunica de forma directa con el repositorio de datos. Los servicios web también componen el principal componentes de comunicación con sistemas externos. A través de sus protocolos estándares mencionados, pueden ser ubicados, identificados y entendidos rápidamente. Básicamente los servicios web forman la entrada y salida de la información y serán los agentes, los componentes que darán el sentido de inteligencia al sistema en general. Los agentes pueden estar ubicados como comunicadores entre los servicios y adaptadores, entre el motor de integración y los servicios web, o entre los sistemas externos y el servidor web, es decir en casi cualquier parte de la implementación de la integración (aunque de manera general a cada lado del middleware), lo que en su conjunto forma el sistema multiagente.

Todo esto hace ideales a los servicios web como agentes de integración, siendo los componentes necesarios para el modelo descrito al inicio de este capítulo. Por ello un modelo aplicativo del sistema multiagente utilizando a los servicios web como agentes de software sobre la infraestructura de integración de aplicaciones empresariales se ilustra a continuación:

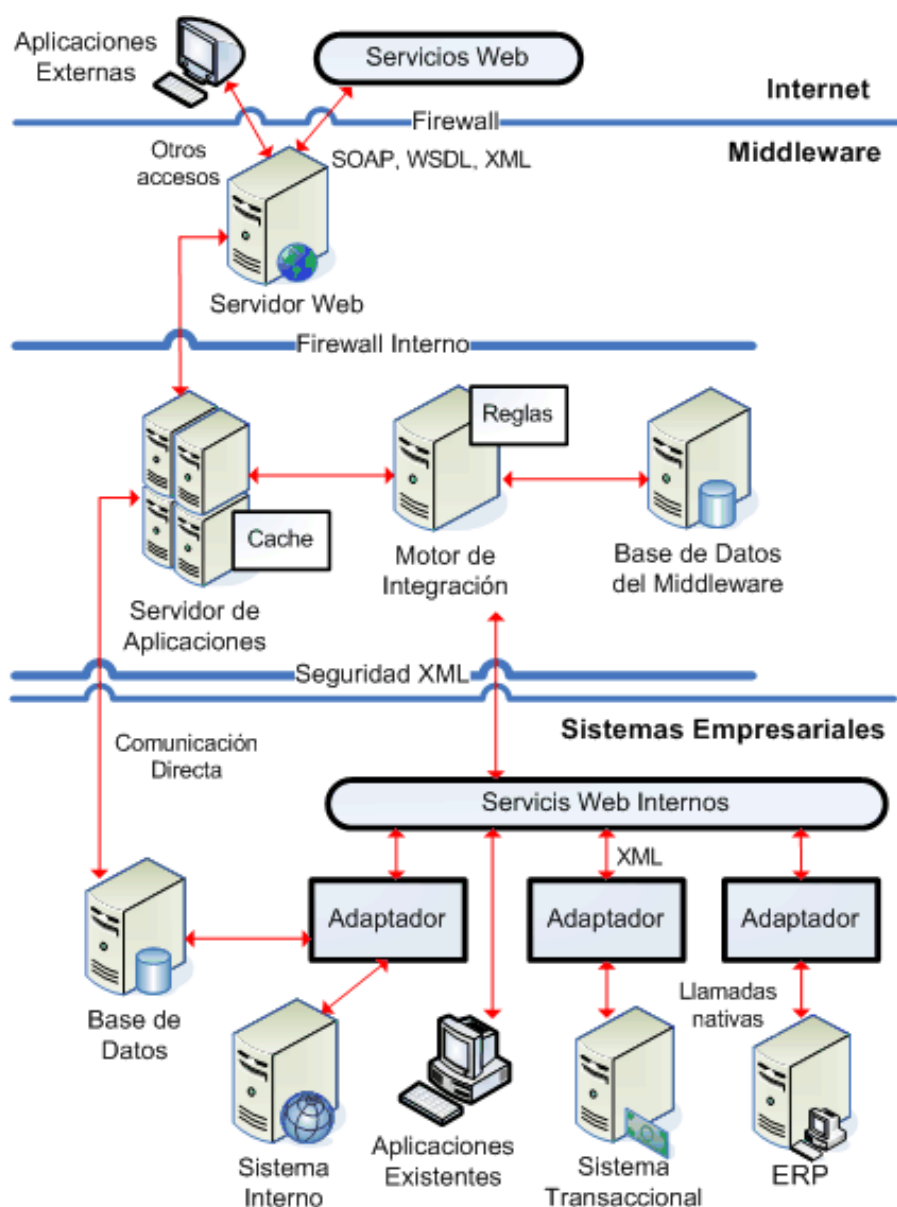


figura 14. Los servicios web como agentes de integración de aplicaciones

#### 4.4. Ventajas

Lo que hace diferentes a los servicios web de otros mecanismos de comunicación remota de procedimientos (RPC) como RMI, CORBA o DCOM es que utiliza estándares de web para los formatos de datos y los protocolos de aplicación. Esto no sólo es un factor de corrección política, sino que permite a las aplicaciones comunicarse con mayor libertad, dado que las organizaciones ya seguramente cuentan con una infraestructura activa de HTTP y pueden implementar tratamiento de XML y SOAP en casi cualquier lenguaje y plataforma, ya sea descargando un par de kits, adquiriendo el paquete de lenguaje o biblioteca que proporcione la funcionalidad o programándolo a mano. Esto no admite ni punto de comparación con



lo que implicaría, por ejemplo, implementar CORBA en todas las plataformas participantes. Por consiguiente, la descripción, publicación, descubrimiento, localización e invocación de los servicios web se puede hacer en tiempo de ejecución, de modo que los servicios que interactúan pueden conocer la forma de operar de sus contrapartes, sin haber sido diseñados específicamente caso por caso. Por primera vez, esta dinamicidad es plenamente viable. [Orfali & Harkey 1996].

Los agentes orientados a servicios nunca antes pudieron tener una mayor predisposición para la integración de aplicaciones. Con las herramientas actuales, de la mano de la evolución de la tecnología de agentes han derivado de un marco de trabajo posible a uno utilizable. El cuadro 3 muestra una comparativa de los modelos anteriores a la llegada de los servicios web.

	DCOM	CORBA	Java RMI	Web Services
Protocolo RPC	RPC	IIOP	IIOP o JRMP	SOAP
Formato de mensaje	NDR	CDR	Java Serialization Format	XML 1.0 Namespaces
Descripción	IDL	OMG IDL	Java	WSDL
Descubrimiento	Registry	Naming Service	RMI Registry o JNDI	UDDI
Denominación	GUID, OBJREF	IOR	Java.rmi.naming	URI
Marshalling	Type Library Marshaller	Dynamic Invocation/Skeleton Interface	Java.rmi Marshalling o Serialización	Serialización

**cuadro 3. Modelos de RPC (Microsoft 2004)**

Ambos, los servicios web y los agentes de software, han sido visionados como paradigmas de la computación para aplicaciones e-business. En el modelo, el papel encargado a los agentes orientados a los servicios es integrar las aplicaciones. Aquí, hay varias observaciones determinando la combinación técnica de la solución entre agentes y servicios. Por ejemplo la rápida aparición de especificaciones tiene como desafíos los nuevos enfoques de negocio y las expresiones semánticas. Esto impone complejidad en la operación y desarrollo de los servicios, por ello se ha encontrado que el funcionamiento de los servicios pueden comprenderse a través de

las conductas de la interacción de los agentes de software ya que las tecnologías de representación de conocimiento que apoyan las interacciones de agentes han sido bien desarrolladas. Los desafíos técnicos identificados pueden ser dirigidos mientras se acepta un nivel de ontología unificado de representación del conocimiento en lugar de una colección de tecnologías emergentes de servicios. En el otro lado, la comunicación relacionada con la tecnología de agentes, como protocolos de interacción y formato de mensajes no son muy comerciales en el mercado. Los servicios web tiene ventajas en este punto. Esto propone un acercamiento de la descripción integrada entre ambos, para adoptar tecnologías de representación de conocimiento y establecer una descripción semántica unificada para los agentes orientados a servicio; coordinado con la comunicación y protocolos de interacción de los servicios web. [Yinsheng & Hamada 2004].

## **5. APLICACIÓN DEL MODELO PARA LA CADENA DE ABASTECIMIENTO**

### **5.1. La cadena de abastecimiento**

#### **5.1.1. Antecedentes**

Año con año la administración de la cadena de abastecimiento a tomado mayor importancia en el mundo globalizado. Día a día la competencia se hace más ardua y solo las empresas que logran importantes diferencias contra sus competidores aspiran a aumentar su participación en el mercado o simplemente a sobrevivir en él. La buena administración de la cadena de abastecimiento y el uso de la tecnología de información ayudan a lograr este propósito, sin embargo no es una tarea fácil, ya que esta cadena abarca muchas y diversas actividades.

Uno de los principales actores en la administración de la cadena de abastecimiento es el departamento de logística. Pero ¿qué es la logística?. Se define oficialmente a la logística como el proceso de planificar, llevar a la práctica y controlar el movimiento y almacenamiento de forma eficaz y costos efectivos de materias primas, productos en fabricación y productos terminados y la información con ellos relacionada, desde el punto de origen hasta el lugar de consumo, con el fin de actuar conforme a las necesidades del cliente. Sencillamente es la ciencia (y el arte) de que los productos adecuados lleguen al lugar adecuado en la cantidad adecuada en el momento adecuado para satisfacer las demandas del cliente. "The United Kingdom Institute of Logistics" (Instituto de Logística del Reino Unido) lo define de forma más sencilla como "la colocación de recursos en relación con el tiempo". También se ha definido como "la gestión de inventario en movimiento y estacionario".(Gestiópolis 2005).

La administración de la cadena de abastecimiento es el tema principal en muchas industrias con una firme idea de la importancia de una relación integrada entre clientes y proveedores. Esta administración se ha convertido en el camino para la

mejora de la competitividad por medio de la reducción de la incertidumbre y el mejoramiento del servicio al cliente. Las fronteras interdepartamentales están definidas por las capacidades de sus integrantes. Las capacidades de los integrantes de los departamentos se traducen en soluciones para un mayor número de problemas y/o en el desarrollo de nuevos métodos de trabajo. Por consiguiente estos departamentos se vuelven eficientes y eficaces. Esta eficiencia/eficacia permite a la dirección asignar más tareas a estos departamentos y, por lo tanto, darles mayor importancia y participación en la estructura de la empresa. Estos departamentos eficientes/eficaces generan valor agregado y ventajas competitivas por lo que pasan de ser departamentos operativos a departamentos estratégicos.

Habrán empresas donde el departamento de logística sea simplemente el encargado de embarques. En el otro extremo el departamento de logística puede ser el responsable de toda la cadena de abastecimiento teniendo a su cargo desde la estimación de la demanda hasta el servicio a clientes pasando por los procesos de selección de proveedores, cotizaciones, compras, aprobación, transporte, recepción, costos, almacenes, producción, embarques, calidad, etc.

Desde hace muchos años se han desarrollado estudios, técnicas y software para facilitar estas tareas, más la infinita gama de clientes, productos y servicios existentes no contribuyen a crear una “receta de cocina” aplicable a todos los posibles escenarios. (Gestiópolis 2004).

### **5.1.2. Concepto de la cadena de abastecimiento**

El proceso de abastecimiento es el conjunto de actividades que permite identificar y adquirir los bienes y servicios que la compañía requiere para su operación, ya sea de fuentes internas o externas. Partiendo de esta definición, se puede ver que el abastecimiento va más allá de la simple adquisición de materia prima, ya que se encarga de todo lo que requiere la empresa para su operación, así como de facilitar los medios necesarios para conseguirlo. Un correcto abastecimiento en una empresa depende de varios factores:

- Mantenimiento de un registro exacto y a tiempo.
- Determinación correcta de proveedores (externos o internos y correcta planeación de envío y sostenimiento de inventarios).

Es importante tener en cuenta que el abastecimiento es un concepto amplio y que ha cambiado en gran medida gracias a las nuevas tecnologías informáticas. La cadena de abastecimiento (Supply Chain), incluye todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes y productos, desde la etapa de materia prima hasta el consumo por el usuario final. Pero, para que dicho flujo sea óptimo, también debe fluir información en toda la cadena y, lógicamente, para que todos los integrantes que la forman generen valor y ganancias, debe finalmente fluir el dinero, todo ello a la mayor velocidad posible y satisfaciendo al cliente final.

La gestión de la cadena de abastecimiento (Supply Chain Management) es la integración de todas las actividades mencionadas anteriormente a través de una relación entre todos los componentes de la cadena utilizando la tecnología disponible y permitiendo que cada uno genere competitividad y ganancias. (Gestiópolis 2005).

Independientemente de la definición, de lo grande o pequeño del departamento de logística, del tipo mercado, del tipo de empresa y de los paquetes computacionales creados o por crear, hay un objetivo sencillo, pero conciso, para dicho departamento y la cadena de abastecimiento: abastecer los materiales necesarios en la cantidad, calidad y tiempos requeridos al menor costo posible para con ello dar un mejor servicio al cliente. Los cuatro tienen la misma importancia. La ausencia de alguno de ellos afectará el desempeño de la cadena de abastecimiento y, por lo tanto, afectará el servicio al cliente. Los cuatro requisitos deberán definirse como must's (deben) y no como should's (deberían). En la correcta definición y entendimiento de esta cadena por parte de todos los integrantes de la empresa asegurará el buen desempeño de la cadena de abastecimiento de las empresas que aspiran a diferenciarse y permanecer [Gestiópolis 2005].

La cantidad, calidad, tiempo y costos son requisitos dinámicos ya que la demanda no es constante, los requerimientos de calidad cada vez son mayores, los tiempos de entrega son variables y los costos varían por factores internos y externos. Este proceso dinámico dificulta la administración por lo que es indispensable el uso de la tecnología de información para agilizar la toma de decisiones, reducir los tiempos de respuesta y la incertidumbre. El Internet a sido y será una herramienta básica en

este proceso ya que acorta distancias y tiempos, ofrece el alcance de mas proveedores y clientes y ayuda en la reducción de costos. (Gestiópolis 2004).

En el modelo que se observa en la figura 15, se presenta un esquema clásico de la cadena de abastecimiento del sector retail, mostrando el flujo de la información como parte fundamental de la cadena.

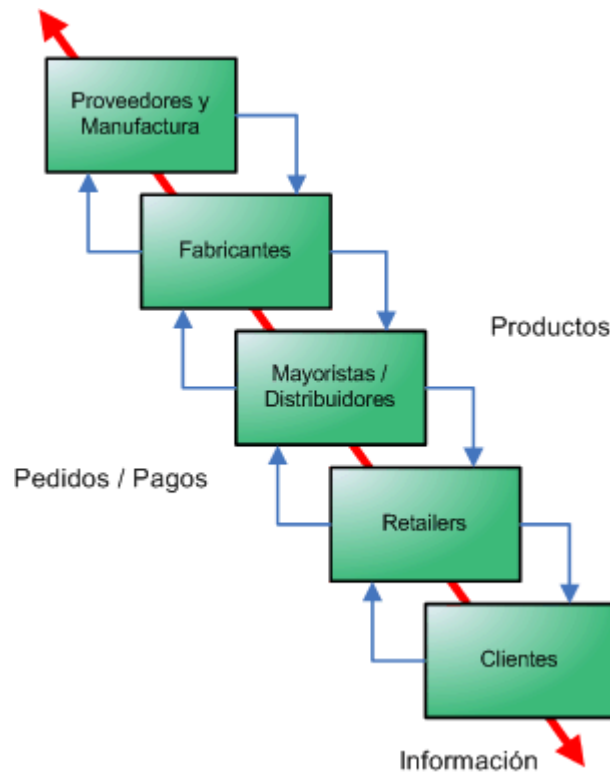


figura 15. Modelo clásico de la cadena de abastecimiento

### **5.1.3. Gerencia de la cadena de abastecimiento**

Es un proceso gerencial relativamente novedoso que tuvo gran impulso en la década pasada y genera reducciones de costos significativos permitiendo a las empresas mayor nivel de competitividad y mayores ganancias. En el nuevo milenio la competencia se presenta entre las cadenas de abastecimiento y no entre las compañías individuales. La gerencia de la cadena de abastecimiento gira alrededor de la integración eficiente de proveedores, fabricantes, distribuidores, y minoristas, de esta forma se consigue reducir substancialmente los costos y al mismo tiempo se mejoran los niveles de servicio al cliente.

La gerencia de la cadena de abastecimiento cubre las siguientes áreas: red de logística, almacenaje, gerencia del inventario, compras, alianzas estratégicas, informática y telecomunicaciones como elementos claves en las comunicaciones y toma de decisiones. Las empresas que quieren tener éxito necesitan hacer eficientes sus procesos en todas las áreas. Como causas del desarrollo de la gestión de la cadena de abastecimiento se han identificado cinco factores detonantes para colocar a la gestión de la cadena de abastecimiento en el centro de atención de las empresas:

- El rápido desarrollo de los flujos de información, también conocido como la revolución de la información, apoyado en las nuevas tecnologías. Un ejemplo es la aparición del comercio electrónico tanto entre empresas como entre empresas y consumidores finales.
- La empoderación de los clientes debido a las nuevas tecnologías y a la gran cantidad de empresas que producen para él. El cliente se ha vuelto más exigente en términos de calidad de los productos, tiempos de entrega, comodidad, servicio, etc.
- La gran movilidad de los capitales impulsada por la internacionalización de la economía y la desregulación a los flujos de capitales.
- La posibilidad de establecer nuevas relaciones entre empresas competidoras traducida en la consecución de alianzas que permitan hacer más eficientes los procesos, tanto en gestión de compras o entregas como otros procesos claves y generadores de altos costos. (Gestiópolis 2004).

#### **5.1.4. Principales actividades por proceso**

##### **a) Compras**

- Elaboración de estrategias de aprovisionamiento y políticas de adquisición encadenadas con pronósticos de ventas, planes de producción, almacenamiento y distribución.
- Definición de políticas de inventarios según proveedores, orígenes, ubicación, tipo de producto, demanda, incidencia en el proceso productivo. Definición de la cantidades de compra, cantidades, de entrega, cantidades de movimiento y cantidades negociadas, de acuerdo a la estrategia operacional.

- Tipificación de productos según demandas, orígenes, valor, condiciones de almacenamiento, entre otras, de acuerdo a esta clasificación definimos niveles de agregación, puntos ó períodos de reorden, cantidades a ordenar, niveles máximos de inventario.
- Definición de políticas para la selección de proveedores, determinando el número y la calidad adecuada según las exigencias de su cadena de abastecimiento, así como establecimiento de indicadores y planes de seguimiento para los mismos.

#### **b) Apoyo a producción**

- Análisis de viabilidad y efectividad para implementar sistemas "Make To Order", "Make To Stock" ó "Assemble To Order", teniendo en cuenta la complejidad y flexibilidad que esto implica, así como su integración con la cadena de suministro en recursos estimados, lotes efectivos de proceso y movimiento, inventarios de proceso, turnos de trabajo.

#### **c) Distribución**

- Definición de estrategias de distribución como entrega directa, bodegaje, crossdocking, transshipment, alineadas al marco estratégico y operacional de la empresa.
- Evaluación de control centralizado versus descentralizado, tanto en los aspectos de infraestructura física y producto así como en el flujo de información de la cadena de suministro.
- Evaluación de ubicaciones centralizadas versus descentralizadas, en términos de los efectos en stocks de seguridad, costos de sobre stock, economías de escala, niveles de servicio y costos de transporte.
- Diseño de la operación de centros de distribución, proporcionando la posibilidad de mejorar y optimizar los procesos de:
  - Recepción de pedidos.
  - Atención y recibo de proveedores y suministros.
  - Distribución y definición de espacios de almacenamiento y operación.
  - Reposición y verificación de inventarios.
  - Separación y alistamiento (picking) de pedidos.



- Empaque (packing).
- Facturación.
- Despacho, operaciones de cargue y descargue de vehículos.
- Requerimientos de número de puertas, muelles y horarios de atención.
- Fuerza de trabajo con sus turnos y horarios.
- Diseño de otros procesos de valor agregado, como empaques, rotulaciones, devoluciones, etc.

#### **d) Inventarios**

- Definición de políticas de inventarios para diferentes líneas, productos y clientes en cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento, que permitan reaccionar con rapidez y efectividad frente a las tendencias y fluctuaciones del mercado.
- Evaluación de estrategias de centralización, bien sea de información y planeación, así como de ubicación en varios centros de distribución o uno principal y varios regionales y con el inventario de distribuidores o clientes.
- Determinación de prioridades de producción y abastecimiento y niveles de inventarios óptimos en materias primas, producto en proceso y producto terminado.
- Asignación de inventarios y ubicación en los diferentes eslabones de la cadena de suministro.
- Establecimiento de la especificación óptima de los niveles de inventario de producto terminado, inventarios de seguridad, inventarios en almacén ó en tránsito.
- Análisis de reducción de variabilidad en la demanda y/o procesos y su impacto en los inventarios. Qué tan efectiva es una reducción de inventarios?Cuál es el nivel de inventario crítico?

#### **e) Transporte**

- Definición del tamaño y tipo de la flota para la distribución en los diferentes canales.
- Evaluación estratégica de posibles alianzas o outsourcing de la operación de entrega a clientes, según zonas de distribución.

- Diseño de rutas entre los diferentes niveles de la cadena de abastecimiento y estudio de asignación de zonas de despacho con el objetivo de minimizar los costos o el tiempo para proporcionar un excelente nivel de servicio.
- Enrutamiento de vehículos y definición de zonas de visitas.
- Definición de políticas de despacho y atención en la zona de muelles de carga.
- Determinación de prioridades y reglas en las entregas.

#### **f) Logística Comercial**

- Análisis de rentabilidad de clientes y determinación de niveles de atención específicos de acuerdo al costo de servir, según los costos de transporte, márgenes, mezcla de productos, alcance, volumen de compra, ubicación dentro de la ruta, nivel de servicio requerido, soporte demandado, posibilidad de consolidación de carga u otros.
- Definición de políticas de entrega, tamaños mínimos de pedidos, portafolio, frecuencia de entrega, nivel de servicio.
- Determinación de políticas de entrega y precios, como aspectos fundamentales para mejorar la rápida adaptación y respuesta de la cadena de abastecimiento frente a competidores y variaciones en el medio en que se desenvuelve.
- Evaluación y diseño de políticas y sistemas de seguimiento, indicadores de cumplimiento, políticas para ordenes pendientes o incompletas, canales de acceso y facilidad de recepción, tiempos de respuesta, priorización de clientes y destinos, documentación completa.
- Definición de canales de distribución con sus características y políticas operacionales.
- Asignación de zonas de ventas, distribución, entrega para preventa y autoventa o distribuidores y mayoristas.
- Planificación de la demanda y pronósticos de ventas. Analizando su efecto en la cadena y el plan de abastecimiento que se deriva de este, para cada eslabón y proceso en las unidades de agregación requeridas, comités de decisión, reglas de ajuste, tratamiento de promociones, picos y excepciones.

### **5.1.5. Problemas y retos**

Los problemas en la gestión de la cadena de abastecimiento son los relativos a compartir información a través de la cadena de abastecimiento, con proveedores, clientes, operadores logísticos, proveedores de procesos, etc. Es decir lograr una verdadera Integración, de procesos e información, a través del buen uso de las Tecnologías de Información, en particular a través de Internet. Estos problemas desafían las Tecnologías de Información en su función de apoyar la colaboración, cooperación e integración de la cadena de abastecimiento para actividades realizables en los ámbitos de la información, de los negocios y de las tecnologías. Recién en estos últimos años se han generado los primeros proyectos para compartir información entre retailers-proveedores y retailers-clientes, usando Internet. Sin embargo, muchos de estos proyectos carecen de Modelos de Negocios que respalden la integración y no pasan de ser buenas intenciones para compartir información operativa. Estos problemas, pueden plantearse como retos de la cadena de abastecimiento. A continuación se examinarán los principales fundamentos que justifican un modelo de integración para la correcta gestión de la cadena de abastecimiento.

#### **a) La Colaboración**

Ya en 1999, AMR Research observó que existía un fuerte interés en colaborar, pero pocas compañías habían implementado un sistema para realizarlo [AMR 1999]. El estudio citó dos grandes preocupaciones, al momento de implementar la colaboración entre las cadenas de abastecimiento de las empresas:

- La colaboración en la cadena de abastecimiento requiere de una solución basada en la tecnología, similar en alcance, costo y riesgo a la implementación de un sistema ERP.
- Todos los socios de la colaboración deben ser tecnológicamente equivalentes, antes de iniciar un proyecto de gestión de la cadena de abastecimiento.

El informe de AMR Research enfatizaba que la colaboración a un nivel básico ya existía entre socios de negocios, usando métodos de comunicación, como el teléfono, fax, e-mail y EDI. Pero estas herramientas no parecían tan sofisticadas como para hablar de una verdadera colaboración. La colaboración se puede

implementar gradualmente, entre compañías cuyas capacidades de tecnologías de información no son iguales o equivalentes. Aquellas compañías que no han utilizado las tecnologías de información para mejorar su colaboración a través de iniciativas de la gestión de la cadena de abastecimiento se encuentran con grandes problemas operativos y administrativos que resolver. Estos problemas se relacionan con capacidades de gestión y operación de la cadena, posibilidades de ahorro en base a esfuerzos para compartir información. Los efectos de una débil o nula colaboración e integración de la cadena de abastecimiento de las empresas y proveedores se pueden resumir en:

- a) Ventas perdidas, debido a quiebres de stock o inventario mal asignado.
- b) Altos niveles de inventario de materias primas y productos terminados
- c) Altos tiempos de entrega a clientes.
- d) Altos niveles de capital, en inventario sin movimiento u obsoleto.

Los problemas de poca colaboración se han arrastrado por mucho tiempo. Las empresas avanzan lentamente hacia la integración con sus proveedores.

#### **b) Logística de Clase Mundial**

El estudio sobre “World Class Logistics” que desarrolló el Global Logistics Research Team de Michigan State University [Ashcroft 2003], fue la culminación de diez años de investigación en el campo de logística empresarial. El estudio promueve una gestión de la cadena con más propiedad y fuerza, generalizando las cuatro características que debe poseer la gestión logística para exhibir un desempeño de clase mundial:

- Posicionamiento, en el sentido de selección de enfoques estratégicos y estructurales para guiar las operaciones logísticas,
- Agilidad, relacionada con la capacidad de una empresa para acomodarse y ser flexible a los cambios del entorno,
- Medición, que dice relación con el monitoreo interno y externo de resultados,
- Integración, que tiene que ver con el logro de excelencia operacional logística y el desarrollo de sólidas relaciones de cadena de abastecimiento.

Esta última característica, la integración, es un factor clave para el éxito de gestión de la cadena de abastecimiento, y para lograrla el estudio plantea que las

compañías deben desarrollar las capacidades de: unificación de la cadena, incorporación de tecnología de información apropiada, información compartida, conectividad, estandarización, simplificación y disciplina.

### **c) Principios una cadena de abastecimiento de excelencia**

Un enfoque moderno para alcanzar una cadena de abastecimiento de excelencia, habla de la importancia de la colaboración y de la integración [La Londe 2003]. Está basado en cinco principios que incluyen las mejores prácticas de la cadena de abastecimiento a través de la integración de todos los actores de la cadena:

- Principio de la Conectividad. Apunta a la conexión estratégica, táctica y operativa entre las empresas y sus proveedores. Esta conectividad asigna un rol importante a las TI, Internet y otras formas de comunicación en la cadena de abastecimiento.
- Principio de la Colaboración. Se enfoca en los niveles estratégicos, tácticos y operativos. Este principio apunta a enlazar los integrantes de la cadena de abastecimiento, integrando los procesos de planificación y decisión a través de la organización. La colaboración debe existir continuamente, especialmente cuando las cosas no marchan bien.
- Principio de la Sincronización. Equivale al funcionamiento de una orquesta sinfónica, donde todos los músicos deben actuar sincronizadamente para lograr un resultado armónico. En la cadena de abastecimiento, proveedores, producción, ventas, distribución, marketing, finanzas y clientes, juegan un rol importante en esta orquestación.
- Principio del Balance. Este principio se refiere al correcto equilibrio de las actividades de clientes, proveedores y 3PLs (Third Party Logistics u Operadores Logísticos, Empresas de terceros que se dedican a dar servicios logísticos a los empresas).
- Principio de la Escalabilidad. Se refiere a la capacidad de las empresas para desarrollar un conjunto de procesos de negocios en la cadena de abastecimiento, que puedan ser replicados en proveedores, clientes y 3PLs.

#### **d) La Colaboración y el enfoque TOPs**

La colaboración es una de las principales estrategias de los socios comerciales para ganar competitividad. Los miembros de la cadena de abastecimiento buscan incrementar el mercado que comparten, disminuir el costo de las transacciones, mejorar la lealtad de los clientes, mejorar el servicio a clientes, etc. para lograr ventajas competitivas. Estas intenciones de mejoras se materializan en un nuevo enfoque de negocios, conocido como Trading-partner Optimization for Profits, o TOPs - Optimización de Negocios entre Socios para obtener beneficios [Ashcroft 2003]. Esto requiere de enfoques colaborativos, que conjugan sistemas informáticos emergentes y herramientas de mejoras de procesos. A pesar que estas oportunidades de mejoras se han discutido largamente, sólo recientemente las tecnologías hacen posible estos escenarios de negocios. Este enfoque de negocios es muy difundido en USA donde grandes retailers han establecido relaciones de colaboración con sus proveedores más importantes.

#### **5.1.6. Plataforma tecnológica**

Las tecnologías de la información y las comunicaciones son un factor importante para lograr la integración en la cadena de abastecimiento. Bases de datos relacionales, arquitectura cliente/servidor, protocolos de red TCP/IP, redes inalámbricas, multimedia, radio frecuencia, códigos de barra, sistemas ERP, sistemas WMS, y ahora último Internet, han sido y seguirán siendo factores importantes para el desarrollo e integración de la cadena de abastecimiento. Las Tecnologías presentes a lo largo de la cadena de abastecimiento y que son factor clave para la integración se pueden dividir en dos tipos: tecnologías “Hard”, que incluyen tecnologías de bases de datos, hardware y comunicaciones, y tecnologías “Soft”, que apuntan a aplicaciones, desarrollos web, B2B, etc. A continuación se describen las principales características de ambos tipos de tecnologías de información y comunicaciones. [Leiva 2004].

##### **a) Tecnologías “Hard”**

- **Redes de PCs.**

Consisten de redes cableadas de PCs, impresoras de distinto tipo (láser, códigos de barra, de impacto), scanners y otros dispositivos, las cuales son

montadas en oficinas, centros de distribución, y cualquier lugar donde pueda cablearse.

- **Redes Inalámbricas**

Estas redes de área local están basadas en la inexistencia de cableados. Utilizan señales de radio frecuencia como mecanismo de transmisión de datos. Son redes muy difundidas en centros de distribución, bodegas, puertos y ahora último en tiendas. Existen proyectos donde las redes inalámbricas proveen soluciones comerciales y logísticas en tiendas, es decir soluciones de manejo de precios, administración de productos, operaciones de inventario físico, operaciones de recepción y despacho de productos, y todo con redes de radio frecuencia.

- **Radio Frecuencia**

Esta tecnología ha sido el pilar para el desarrollo de las redes inalámbricas. Hoy es impensable que un centro de distribución moderno no tenga parte o el total de sus operaciones logísticas corriendo sobre aplicaciones de radio frecuencia, es decir la recepción de productos, el putaway (encasillado), el picking (selección) y el despacho. Existen dos estándares para el uso de esta tecnología, “narrow band” o banda angosta y “spread spectrum” o banda ancha. Ambas tecnologías están difundidas en las operaciones actuales, sin embargo es “spread spectrum” quien está avanzando más rápidamente en el mercado, básicamente por su ancho de banda mayor, lo que da una mayor velocidad a las transacciones. Otra razón es que no necesita supervisión y aprobación de autoridades regulatorias de las comunicaciones, como es el caso de “narrow band”.

- **Bases de Datos**

Han sido claves en el desarrollo de la logística y de la cadena de abastecimiento en general. Los administradores de bases de datos relacionales (Oracle, DB2, Sybase) dominan el mercado de las aplicaciones ERP (Enterprise Resource Planning) o de los WMS (Warehouse Management System).

- **Capturadores de Datos**

Dispositivos que se usan para lecturas de datos en forma autónoma. Pueden operar en forma batch, para lo cual necesitan de aplicaciones que permitan la lectura masiva de códigos y posteriormente una descarga de dichas

transacciones por lote. También hay dispositivos que son parte de la red inalámbrica y que operan sobre la base de scanners que leen códigos de barra y transmiten la información vía radio frecuencia.

- **Códigos de Barra**

Esta es quizás la tecnología de información más importante para el mundo de la logística. Es clave su uso en las tiendas (donde las cajas leen el código de barra de los productos), las bodegas (donde se usan las etiquetas, de picking, de palets, etc.), y proveedores (para el uso de etiquetas también). La codificación es de tipo internacional y bastante estandarizada, siendo los formatos más utilizados EAN-13, Cod 128 y Dun-14.

## **b) Tecnologías “Soft”**

- **Sistemas ERP**

Estos sistemas (Enterprise Resource Planning) permiten el trabajo colaborativo dentro de las empresas. Están orientados a compartir la información a través de toda la organización, usando poderosas bases de datos. Ejemplos de estos sistemas son: SAP, JDEdwards, Baan, PeopleSoft. Actualmente estos sistemas están muy difundidos dentro de las empresas.

- **Sistemas WMS**

Estos sistemas (Warehouse Management Systems) están orientados a la administración de las operaciones de bodegas y centros de distribución. Optimizan las operaciones de Recepción, Putaway, Replenishment, Picking, Paletizado, Loading y Shipping. Entre los más conocidos están: Manhattan Associates, HighJump Software, Catalyst, MARC Systems, MK Logistics. Sin duda, que estos sistemas junto a los ERP, son el corazón de la cadena de abastecimiento. Los WMS integrados a los ERP son capaces de integrar internamente cualquier cadena de abastecimiento.

- **Sistemas OMS**

Son sistemas para administrar los pedidos de clientes (Order Management Systems), como tiendas, clientes mayoristas o consumidores finales. Su función radica en recibir los pedidos e interfacearlos con el WMS y los ERP. Básicamente estos sistemas son extensiones de los ERP, o bien apéndices de los WMS, de tal forma que permitan, en un ambiente integrado, la generación de los pedidos para la distribución a tiendas y clientes.



- **Sistemas TMS**

Son sistemas para el manejo de los transportes (Transportation Management Systems), permitiendo la relación entre los WMS y los ERP. Sus funciones principales están en la administración de flotas, tracking de camiones, manejo de encomiendas, etc. Algunas de estas funcionalidades están cubiertas en otros sistemas de la cadena de abastecimiento.

- **EDI (Electronic Data Interchange)**

Se refiere a la tecnología que permite el intercambio de datos entre miembros de la cadena de abastecimiento, generalmente proveedores y clientes, bajo estándares definidos.

- **ASN (Advance Shipping Notices)**

Es la tecnología que permite el envío anticipado de los despachos que hacen los proveedores a sus clientes, con el objeto de adelantar trabajo y disminuir los errores de recepción. Hoy en día se están desarrollando aplicaciones en Internet que permiten el trabajo on-line con esta tecnología.

- **RFID (Radio Frequency Identification)**

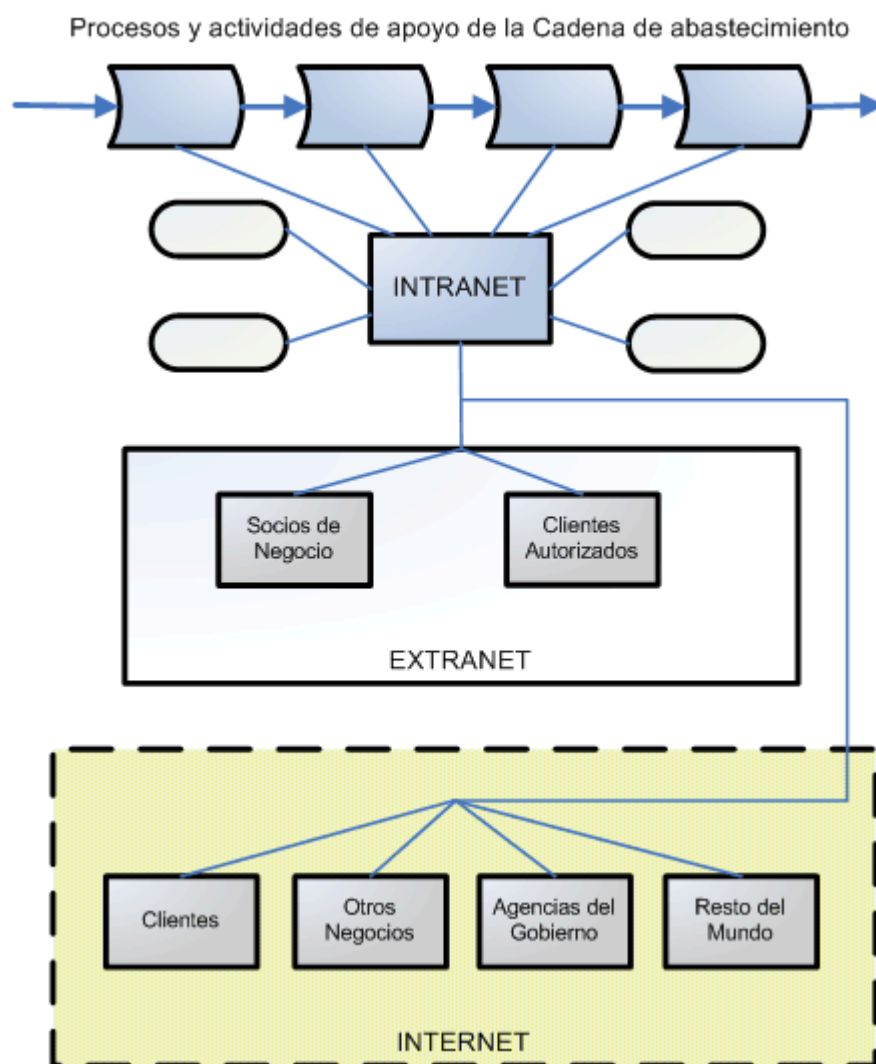
Se refiere a utilizar etiquetas de códigos de barra, con un chip interior, el cual permite comunicación con los receptores en tiempo real y en todo momento. Su aplicación estará orientada, en un comienzo, al uso en camiones, palets, cajas y posteriormente al producto final, para su uso en tiendas.

- **Internet**

Ya se ha hablado de Internet como el gran agente facilitador de la integración, el cual permitirá desarrollar negocios del tipo B2B o e-business, entre los distintos miembros de la cadena de abastecimiento. La tendencia es que la mayoría de las soluciones de sistemas para la cadena de abastecimiento estén construidas sobre Internet, lo cual permitirá extenderla más allá de los límites de cada empresa (retailer, proveedor o cliente). Hablar de Internet significa hablar de e-commerce, e involucra la conexión de sistemas para negocios, en las modalidades de B2C (Business to Consumer) ó B2B (Business to Business). Técnicamente las soluciones de e-commerce están compuestas de métodos, protocolos y comunicaciones. Según una publicación de NxTrend, empresa proveedora de soluciones en Internet de USA, las componentes de un modelo de e-commerce son:

- Conexión (conexión física a Internet)
- Transporte (Internet, Redes Privadas y VANs- Value Added Networks)
- Formato (EDI, XML, archivo plano).
- Tópicos (órdenes de compra, pedidos, ASNs, etc).
- Contenido (información de la supply chain).

La figura muestra la interacción mencionada en la sección anterior mediante el uso del Internet, Intranet y Extranet. Se muestra gráficamente el proceso de la cadena de abastecimiento y las actividades de soporte desde la perspectiva del Internet.



**figura 16. La cadena de abastecimiento visto desde el contexto de Internet**

La aplicación de tecnologías de información en conceptos como la transferencia electrónica de fondos (EFT), el sistema de intercambio electrónico de datos (EDI), tarjetas electrónicas para clientes, correo electrónico, catálogos electrónicos,

inventarios compartidos, comunicación electrónica con proveedores etc. han ayudado a lograr ventajas competitivas en diferentes organizaciones. Estos sistemas ayudan a la reducción de costos y a establecer barreras tecnológicas para competidores potenciales. Cabe señalar que la complejidad de los sistemas implementados para la administración de la cadena de abastecimiento no garantiza la eficiencia de la misma. Estos sistemas deberán ser lo más sencillo posible con el fin de aumentar el número de usuarios potenciales, facilitar su integración a otros sistemas y minimizar su mantenimiento. Además deberán ser flexibles ya que en un ambiente tan dinámico como la cadena de abastecimiento es necesario evolucionar y modificar los sistemas junto con ella. La resistencia al cambio para el uso de sistemas de vanguardia como el Internet será un factor importante a tomar en cuenta en el cual el departamento de recursos humanos, la dirección y el staff gerencial deberán aplicarse ya que el éxito de los sistemas esta estrechamente ligados a la actitud del personal para su implementación y uso adecuado. (Gestiópolis 2005)

## **5.2. Diseño de la solución**

Básicamente la aplicación del modelo se fundamentará sobre las estrategias de desarrollo incrementales: planificar la Integración, análisis y diseño de los agentes, implementar e implantar el sistema y monitorear el nuevo modelo de integración. Estas dimensiones de desarrollo, necesitan dos grandes bases para crecer y estas son: La colaboración (y cooperación) y las tecnologías de información (en particular la infraestructura de los middleware). Es fundamental realizar actividades de control y monitoreo sobre la cadena de abastecimiento de modo de poder corregir y mejorar las estrategias de desarrollo. Es por esto que se presentan algunos indicadores importantes para la medición del performance de la cadena de abastecimiento. Este modelo tendrá como base conceptual la utilización de modelos colaborativos de negocios que permitan hacer operaciones entre todos los actores de una cadena de abastecimiento. Como soporte fundamental, para el crecimiento y desarrollo de la integración de la cadena de abastecimiento están la información (como elemento clave a compartir) y las tecnologías para manejar esta información, en particular el uso de los agentes sobre Internet. Todas las herramientas y las etapas para crecer en la integración, serán descritas en esta sección.

### **5.2.1. Fase I – Determinación de la Información a compartir**

Esto incluye cualquier tipo de datos que pueden afectar las acciones y performance de los miembros. En esta etapa se consolidan las tecnologías de información existentes en la cadena de abastecimiento, para luego comenzar con la integración de la información a través de los agentes, apoyándose sobre las tecnologías existentes entre proveedores y clientes. A continuación se muestra los diferentes tipos de información que se puede compartir:

#### **a) Niveles de Inventario**

Este es uno de los datos más comúnmente compartido entre las empresas y proveedores. El acceso al estado del inventario de la cadena de abastecimiento, por parte de los proveedores y clientes contribuye a bajar el inventario total de la cadena. Esto significa que si los proveedores pueden tener visibilidad del inventario de sus productos en tiendas y bodegas del cliente, podrán realizar una mejor gestión sobre éstos, mejorando la reposición hacia las bodegas y principalmente hacia las tiendas. Esto último generará beneficios para el

proveedor y el cliente, evitando los quiebres de stock y mejorando la disponibilidad comercial. Esta iniciativa debe tener la contraparte en el cliente, quien podrá dar acceso al proveedor, a los sistemas de información necesarios o bien podrá dejar la información en Internet, para que éste acceda a ella. Aquí es clave la oportunidad de la información, es decir deben estar acordados los momentos que se actualizarán los inventarios y los momentos que se compartirá esta información. En la práctica, la forma de compartir la información de los inventarios se puede implementar de diferentes formas. Existen iniciativas a nivel de grandes retailers y grandes proveedores, los cuales promueven modelos de negocios, tales como: CRP (Continuous Replenishment Programs - Programas de Reposición Continua) y VMI (Vendor-Managed Inventory, Inventario Manejado por el Proveedor). Un ejemplo de esto es lo que hace la cadena de supermercados Wal-Mart y uno de sus principales proveedores como es Procter & Gamble. Ambos tienen un modelo de negocios de colaboración, cuya base es compartir la información de los inventarios. Esta información permite a Procter & Gamble no tener grandes quiebres de stock en los supermercados Wal-Mart, lo cual hace que mejoren las ventas. La mayoría de las empresas, está en la etapa de no compartir o bien entregar información parcializada o sesgada de los stocks, o peor aún, son los proveedores quienes capturan la información de inventarios en los puntos de venta, lo cual hace de esto un proceso poco confiable para la toma de decisiones.

#### b) Información de Ventas

En una relación clásica proveedor comprador, la información de demanda se comunica exclusivamente en forma de órdenes. Los puntos de ventas envían la información de demanda en forma de órdenes o pedidos hacia áreas centralizadas de compras que hace órdenes de compra a los proveedores. Estos dos procesos de generación de órdenes tienen asociados tiempos de proceso y además tienen asociado interpretaciones de los participantes, quienes agregan ruido a la información original, generando una distorsión en el pedido. Este fenómeno se le conoce como “Efecto Látigo”, el cual explica como se propagan los errores en la cadena de abastecimiento desde las tiendas hasta el proveedor. Este fenómeno ha generado diversas iniciativas para evitarlo, por ejemplo hoy los retailers de USA están usando modelos para compartir información de ventas

con sus proveedores, con información directa de los POS (Point of Sales, Cajas Registradoras de Ventas) que viaja a sistemas de reposición del retailer y estos la publican en la Web, desde la cual es tomada por los proveedores y bajada a sus sistemas, donde se analiza y gestiona, permitiéndoles tomar mejores decisiones.

### c) Ordenes de Compra

La comunicación clásica entre las áreas de compras de los clientes y sus proveedores ha sido el papel. Básicamente, las órdenes de compra se generan en los sistemas de reposición (o de compras) y luego son impresas. Posteriormente estos documentos son faxeados al proveedor y archivados. Esta había sido la forma de operar por mucho tiempo, hasta la aparición de Internet, donde comenzaron las innovaciones. La primera aproximación fue usar correo electrónico, donde el cliente enviaba una copia (archivo texto o excel) a aquellos proveedores que tenían correo. Esta forma, usada aún por muchas empresas, optimizó la forma de compartir las Órdenes de Compra, generando ahorros de tiempo y mejorando la calidad de la información (uso de bases de datos, codificación de productos, información histórica, etc.). Sin embargo la evolución natural de los negocios en Internet, nos ha llevado a la actual forma de operar. Actualmente, los clientes “publican” sus órdenes de compra en sitios web a través de modelos estandarizados de operación (procedimientos, estructuras de datos, frecuencias de “update”, etc.), y desde ahí los proveedores “bajan” sus órdenes de compra. Estos modelos van más allá, pudiendo los clientes y proveedores modificar las cantidades y los productos de las órdenes de compra en línea por necesidad del cliente o de disponibilidad del proveedor. Un buen ejemplo de este modelo es el Cross Docking (práctica logística, que permite a los proveedores reponer la venta de sus productos en tiendas, sin necesidad de manejar inventario en las bodegas del cliente, a través despachos predistribuidos). El producto entra y sale de la bodega en el día. Las órdenes de compra son publicadas en la web, a través de extranets de los clientes, donde son los propios proveedores quienes modifican las cantidades de productos por tienda. Todo esto de acuerdo a su disponibilidad y con reglas claras de parte del área de compras.

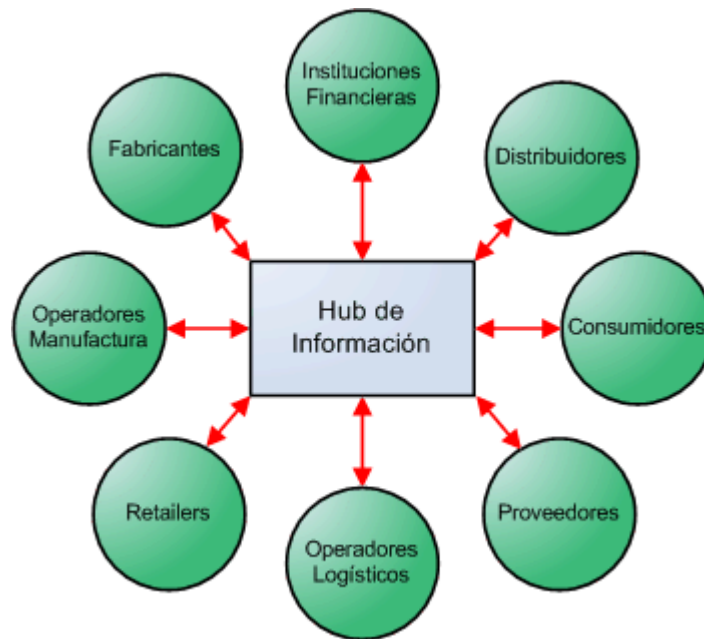
#### d) Estado del pedido

Si el compartir información del inventario nos permite tener visibilidad del mismo a través de la cadena, existe otra área donde es importante la visibilidad y ésta es en el cumplimiento de pedidos a clientes (order fulfillment), ya sea en tiendas o clientes finales (clientes mayoristas o clientes retail). La posibilidad de compartir información acerca del estado de los pedidos permite hacer un seguimiento exacto de los tiempos y estados. Esta información se usa en áreas de atención a clientes para mejorar el servicio de consultas de estos. Hoy existen aplicaciones en Internet que permitan hacer seguimiento a los pedidos. Estas aplicaciones están muy difundidas en los 3PLs u Operadores Logísticos, como es el caso de DHL.

Según las actividades antes mencionadas los agentes interactuarán con los tipos de información de ventas y ordenes de compra como veremos más adelante, y esto dependerá del sistema de la cadena de abastecimiento con el cual se comuniquen.

#### **5.2.2. Fase II - Planificación de la Integración**

En esta fase se debe definir qué se hará con la información compartida. Aquí se generan los acuerdos entre los miembros de la cadena de abastecimiento para definir las acciones, basadas en la información que se comparte. Por ejemplo, los miembros de la cadena de abastecimiento deben tener sus planes de cumplimiento de pedidos coordinados, de tal forma que todas las reposiciones que se hagan, tengan el mismo objetivo: las demandas del cliente final. Una vez que los miembros están de acuerdo a compartir información, el siguiente paso lógico es ponerse de acuerdo que hacer con esa información. Esta etapa apunta al intercambio de conocimiento entre los miembros de la cadena de abastecimiento, de tal forma que ellos puedan colaborar para crear planes de reposición sincronizados. Aquí se establecen reglas claras sobre que hacer con la información compartida y se generan acuerdos sobre los puntos críticos en la cadena de abastecimiento.



**figura 17. Idea de la integración en la cadena de abastecimiento por un e-hub**

En esta fase, Internet toma un rol clave. Actualmente existe un Comité de Estándares para el Comercio en USA, que está trabajando en formalizar los modelos de procesos. Este Comité incentiva a las empresas a utilizar Internet, a través del uso de reuniones ejecutivas electrónicas, para fomentar la colaboración. La planificación debe concluir con el proyecto para crear un e-Hub (bus de servicios) como se muestra en la figura anterior que relacione múltiples niveles de proveedores. Está pensado para coordinar el abastecimiento y planificar la demanda a través de la cadena de abastecimiento. Este proyecto ayudará a identificar tempranamente los potenciales problemas de abastecimiento y demanda, generará las alertas necesarias a los miembros de la cadena de abastecimiento y permitirá una pronta resolución de los problemas, todo vía tecnologías de Internet. Dos consideraciones importantes a tener en cuenta antes de iniciar el proyecto del sistema multiagente de integración, son las siguientes:

a) Coordinación del Flujo de Trabajo Electrónico.

Esto se refiere a estandarizar y automatizar las actividades de trabajo entre los miembros de la cadena de abastecimiento. Aquí se define el como se hará lo referido a la información compartida. Esta etapa incluye la coordinación de las siguientes actividades más importantes: Requerimientos, Procesamiento de



Pedidos e Intercambio del Flujo Financiero. Los resultados de esta coordinación permiten operaciones más efectivas, más rápidas, más seguras y más confiables. El sistema multiagente automatizará los procesos de compras internos de las empresas, desde los requerimientos iniciales y las órdenes de compra, así como la interacción con los proveedores para el pago de las órdenes de compra. Estas soluciones permitirán a las empresas reducir costos operacionales e incrementar la eficiencia, automatizando los servicios en la cadena de abastecimiento.

b) Procesamiento de Pedidos e Intercambio del Flujo Financiero

En este nivel de integración, las empresas deben coordinar con sus clientes finales (tanto mayoristas como minoristas), de tal forma de obtener mejores tiempos de respuesta, reglas de trabajo más claras y en definitiva un mejor nivel de servicio. Con el sistema multiagente se espera procesar pedidos de clientes, procesar órdenes de compra a proveedores y administrar los flujos de pago, incluyendo rebates y manejo de descuentos.

### **5.2.3. Fase III – Metodología de la integración**

Los siguientes son los pasos como metodología para el desarrollo de la integración, que viene a ser el centro del sistema multiagente [Garate & Pastor 2002]. Esto permitirá determinar la arquitectura del sistema, con los componentes, entre ellos los agentes que realizarán en enlace entre los distintos elementos. Los pasos son los siguientes:

- a) Entender el dominio. Se refiere a definir bien el concepto del problema, para luego establecer el ámbito y limitaciones del proyecto de integración.
- b) Definición del valor. Ya con el dominio del problema, se tiene que evaluar las diferentes alternativas de solución, y la inversión que requerirá la implantación de la alternativa seleccionada.
- c) Dando sentido a los datos. Una vez reunida la información y seleccionada los datos a compartir, se tiene que procede a definir cada uno de ellos para el sistema en su conjunto.
- d) Dando sentido a los procesos. Aquí se busca establecer cuales serán los procesos que formaran parte del sistema y cuál es la importancia que tendrán ellos para la organización.

- e) Identificando las interfases de la aplicación. Ya con los datos y procesos, se tiene que implementar las interfases entre los distintos componentes del sistema.
- f) Identificando los eventos del negocio. Se refiere a documentar los principales eventos (acciones sobre los procesos) que se llevarán a cabo durante el funcionamiento del sistema.
- g) Identificando escenarios de transformación. En un proyecto de integración, se realizarán transformaciones de los datos, para que estos puedan ser entendidos entre los diferentes sistemas. Aquí se debe establecer quienes y entre cuáles se harán la transformaciones.
- h) Mapeando el movimiento de la información. Se procede a documentar como pasa la información ente los distintos componentes del sistema. La idea es prever como circularán los datos y como serán asegurados por los sistemas.
- i) Aplicando la tecnología. Aquí está todo el proceso de implementación (desarrollo de los componentes). En nuestro caso de los agentes de integración.
- j) Pruebas. Una de las secciones más importantes y complejas de la integración son las pruebas. Esto debido a las diferentes capas que se pueden atravesar, lo que conllevará a un mayor tiempo para la constatar la integridad de la información.
- k) Considerando la performance. Un punto final, antes de soltar el sistema, es la evaluación de la performance, aquí se ven los tiempos de los procesasen su conjunto e individualmente.
- l) Creando los procedimientos de mantenimiento. Es necesario tener descritos los procedimientos que serán de utilidad para dar soporte al nuevo sistema, como a sus nuevo componentes.

#### **5.2.4. Fase IV - Arquitectura del sistema multiagente**

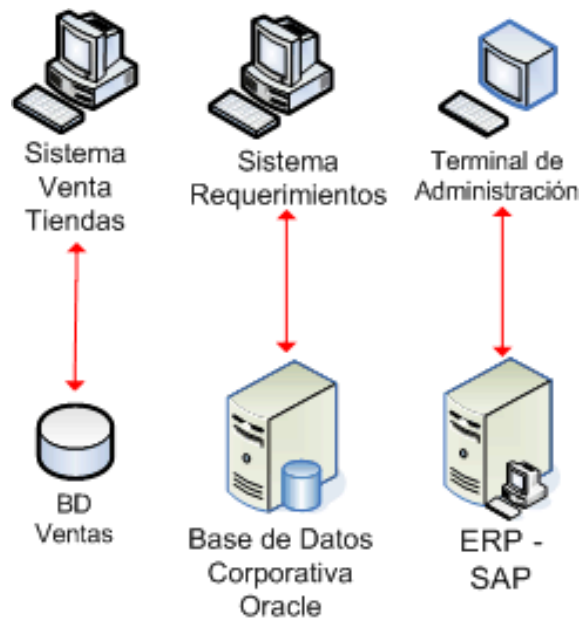
La fase de análisis y diseño de los agentes, da inicio, con la especificación de la arquitectura aplicativa. Para esto, se toma como base el bus de servicios (revisado en el capítulo 3) y el modelo de agentes de integración (visto en el capítulo 4), en un entorno constituido por aplicaciones existentes (soluciones para la cadena de abastecimiento revisadas en la primera parte del capítulo 5) de una empresa genérica que será tomada como base. Se mencionan los nombres de los sistemas

intervinientes y se explicarán sus funciones, para centrarnos en el contexto sobre el cual se aplicará el sistema multigante. Para ello se presenta la arquitectura actual de los sistemas de la cadena de abastecimiento de la empresa ficticia y luego se presentará la arquitectura propuesta con los agentes de integración.

#### **a) Arquitectura actual**

La empresa esta dedicada a la venta de productos a través de sus diferentes tiendas ubicadas en distintas zonas geográficas. Uno de sus sistemas, es el de ventas ubicado en todas las tiendas. Las tiendas remotas, actualizan la información hacia un repositorio de archivos que al final del día son cargados en la base de datos de ventas donde se encuentra la información detallada de facturas de venta y datos de diversos clientes. El segundo sistema es un ERP que les permite manejar los productos e inventarios para el control de los productos y almacenes. El acceso a este sistema es interno, sólo para personal ubicado dentro de la empresa y no en las tiendas. Existe un tercer sistema para el control del stock de insumos de los diferentes puntos de venta, llamado sistema de requerimientos interno, que permite a los administradores de estos punto de venta, manejar pedidos de todo tipo, desde productos para su comercialización hasta internos para la operación del personal de ventas. Este sistema ha sido construido con tecnología web y mediante un acceso remoto, accede a través de la intranet a las base de datos corporativa. Al final la información de los diferentes sistemas, se consolida en esta base de datos.

El siguiente gráfico muestra los diferentes sistemas y sus interacciones. Como se observa los sistemas no comparten información entre ellos, y han sido desarrollados por diferentes personas, en diferentes lenguajes de programación. El sistema de ventas, es un sistema Cliente/Servidor. Adicionalmente esta el uso del ERP, que si bien facilita la labor de las áreas internas, no ayuda de igual forma a los puntos de venta y a los supervisores de administración que tienen que ingresar la información no en línea a través de un terminal de administración. El concepto de integración en este tipo de arquitectura es nulo, esto conlleva a los problemas que se describen a continuación.



**figura 18. Arquitectura de los sistemas actuales en la empresa**

Entre los principales problemas, que se tiene actualmente en la cadena de abastecimiento de la empresa, dedicada principalmente a la compra de productos y venta minorista en sus tiendas, se encuentran:

- Información no actualizada, tanto para administrador del punto de venta, como para el área de logística y almacén. Esto debido a que los tres diferentes sistemas, manejan listas de productos que son particulares para cada sistema y stock de productos. También se debe a las actualizaciones por lotes que se hacen en las noches, para actualizar las diferentes bases de datos.
- El tiempo de atención a los clientes en muchos casos resulta ser demasiado largo, y en otros se vio la necesidad de reprogramar la orden de atención por la equivocada planificación de los turnos de atención y malos cálculos con los suministros de ciertos proveedores que no pudieron cumplir con lo necesitado.
- Los supervisores de administración no tienen forma de ver la información integrada de los tres sistemas, lo que les hace muy difícil tomar decisiones sobre la situación de las diferentes áreas. Ejemplo de ello, es que muchas de las órdenes de compra que los administradores deben visar están atrasadas,

porque la información demora en ser validada de forma manual por cada sistema.

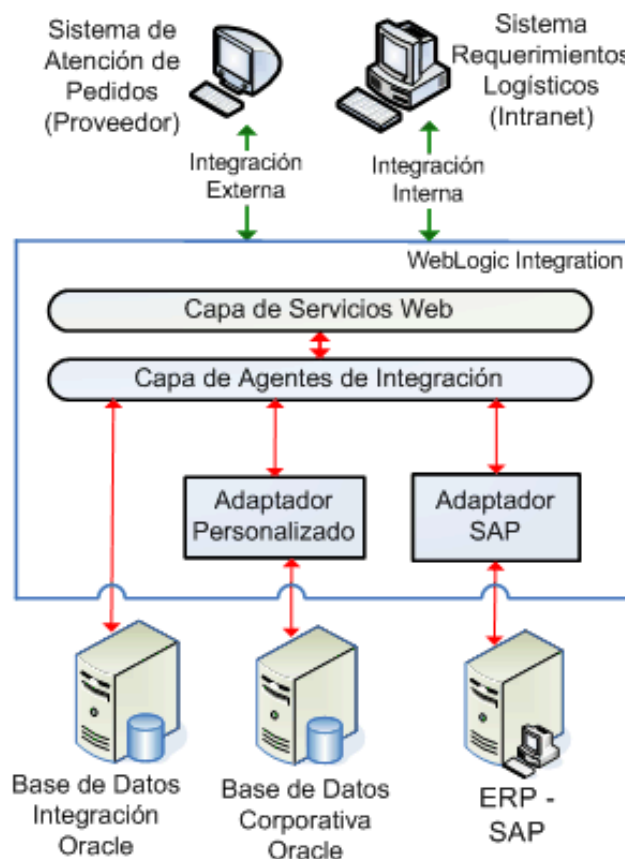
- La empresa piensa obtener un nuevo sistema para el mejor control de sus almacenes, sin embargo esto hará más complicada la situación de los sistemas actuales. Por lo que otras áreas no pueden mejorar sus procesos, si los actuales procesos de la cadena de abastecimiento, no responden adecuadamente.

Lo que se requiere principalmente para solucionar estos problemas puntuales en la cadena de abastecimiento es: integrar la información de los diferentes sistemas, automatizar los procesos de consulta al proveedor y mejorar la infraestructura necesaria para flexibilizar futuros cambios. La integración y la automatización de estos sistemas y procesos, se logrará con un middleware de integración, que permita sobre él correr una aplicación con agentes que sean flexibles a los requerimientos y cambios futuros.

#### **b) Arquitectura con agentes**

La arquitectura planteada para la situación actual, requerirá de una inversión en infraestructura y en la construcción del sistema multiagente. A través de las capas de servicios web se logrará la integración con las diferentes aplicaciones actuales del tipo web y con el sistema del proveedor, sin embargo algunas interfases podrán acceder directamente a los agentes a través de un lenguaje de comunicación común (como el ya establecido XML). La plataforma de programación de los agentes es Java, así como los diferentes componentes del middleware de integración. Esto permitirá tener mayor flexibilidad en la implementación de la solución. Para la integración con el sistema de ventas, se desarrollará un agente que este constantemente leyendo información de un directorio para levantar los archivos y llevarlos hacia una cola. Luego un agente consumidor de mensajes lo cargará en la base de datos. Esto ayudará a incrementar la disponibilidad de información en línea. En el caso del sistema de requerimientos, enviará información para consultas y transacciones, serán atendidas por un servicio web, que luego despachará la información hacia un agente, que decidirá de dónde obtener los datos en el caso de consultas, o hacia dónde enviar los datos de actualización en el caso de transacciones. Esto

mantendrá la información siempre actualizada, sin embargo debe considerarse reglas de desacoplamiento dentro del agente que se comunicará con los sistemas de información para evitar se impacte en la performance. Por el lado del ERP SAP, se tiene un agente que dirigirá todas las peticiones hacia el adaptador SAP quien se encargará de traducir la información para lograr la comunicación en línea con los otros sistemas. El resumen de la arquitectura planteada, se muestra en el siguiente gráfico.



**figura 19. Arquitectura con los agentes de integración**

Como resultado de la integración la base de datos de ventas deberá desaparecer para una mayor estandarización y un nuevo proceso de compra automatizado con los principales proveedores será implementado. Esto es un nuevo proceso y se realizará a través de varios agentes con un servicio web como interfase. Un agente generará la orden de compra para enviársela al proveedor, luego otro agente de publicación enviará los datos al proveedor y las respuestas por parte del sistema serán recibidas en este servicio web que luego delegará su proceso a alguno de los componentes del middleware. El sistema multiagente para la solución de los

problemas de la cadena de abastecimiento, que se plantea para este caso en particular, esta compuesto por:

- Capa de Servicios, representada por tres componentes. En su mayoría servicios web, pero también esta representada por colas JMS y componentes remotos EJB. Esto permite al sistema comunicarse prácticamente con cualquier sistema aplicativo actual. [Flores & Alcántara 2003].
- Capa de agentes, compuesta por la implementación de los agentes de integración. Pueden ser clases o componentes EJB que se encuentran disponibles en todo momento, escuchando y respondiendo en el lenguajes de comunicación acordado, y tienen la lógica y el conocimiento para realizar las acciones necesarias. Están desplegados sobre el middleware, y la caída de alguno de ellos, no provocará la caída de los otros agentes.
- El servidor WebLogic Integration [WLI 2003], es el middleware seleccionado, con soporte al bus de servicios, implementa una tecnología llamada JPD (Java Process Definition) que permite el manejo de los agentes y su comunicación con los diferentes servicios a través de la administración de los procesos de negocio (BPM).
- Adaptador personalizado para la comunicación con la base de datos corporativa, aquí tenemos a un conjunto de clases de programación implementadas con el patrón DAO (Objeto para acceso de datos). Se utilizará un driver JDBC para Oracle.
- Adaptador SAP, provisto por algún partner de SAP, que implementa las funciones requeridas para la integración del sistema. [INFOCOM 2003].
- Una base de datos de integración. Aquí se encontrarán las equivalencias necesarias para las transformaciones entre los diferentes sistemas. Además de ello también se encuentran las tablas de la metadata del servidor de integración para su funcionamiento.
- Formato del lenguaje de comunicación. Esta formado por un conjunto de esquemas XML para los diferentes documentos que se intercambiarán. Adicionalmente los protocolos de comunicación utilizados serán: HTTP y WSDL.

- Los sistemas empresariales, que viene a ser el ERP, la base de datos corporativa principalmente, pero la arquitectura permitirá agregar nuevos recursos a esta capa de agentes de integración.

#### **5.2.5. Fase V – Diseño de los agentes para la cadena de abastecimiento**

En esta fase se diseñan los agentes para dar soporte a la capa intermedia descrita en la arquitectura anterior. Se presentará la definición de cada uno de los agentes y luego las funciones que desempeñarán en el sistema multiagente.

##### **a) Agente de carga de información**

Este agente es el encargado de integrar la información ubicada como archivos físicos en un directorio hacia el sistema multiagente. Para ello estará revisando constantemente la existencia de información de un directorio local. Luego cargará los archivos, generará los mensajes en el formato del lenguaje de comunicación y los pondrá en una cola JMS (mensajería Java), que a su vez estará siendo leída por el agente consumidor de mensajes para su posterior procesamiento. La cola es una de las entradas de información al sistema multiagente.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Tipo	Agente de carga
Percepción	Directorio de archivos
Acciones	Cargar archivo, construir el mensaje y enviar a la cola
Metas	Enviar el mensaje a la cola
Ambiente	Sistema de archivos, Servidor de Integración y la cola

Su utilización estará aplicada a los archivos generados por el sistema de ventas, que son ubicados en un directorio, para ser leídos posteriormente. No se graban directamente en la base de datos, puesto que requerirán actualizar en muchos casos otros sistemas, para ello la lógica de los siguientes componentes realizarán un trabajo previo de desdoblamiento. El agente deberá tener la capacidad de comunicarse con el sistema de archivos para recolectar la información. La importancia de este agente radica en que la información de las ventas podrá encontrarse actualizada para todos los



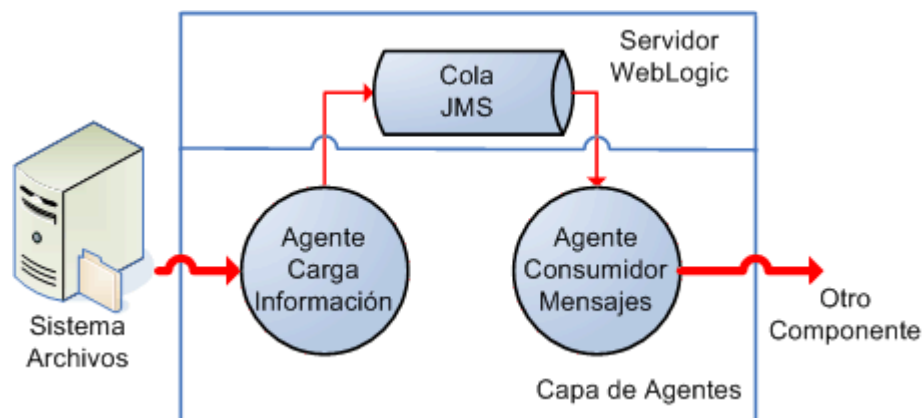
miembros en pocos minutos, y ya no esperar al final del día. Esto también trae una mejor planificación de las otras áreas para monitorear el movimiento de los stock de los productos.

#### **b) Agente consumidor de mensajes**

Este agente es el encargado de leer en todo momento de una cola los mensajes y encargarse de interpretar la prioridad y el destino de la información. Luego se lo pasará a instancias del agente de comunicación con los adaptadores para que procesen la información. La tecnología de la cola utilizada es JMS que ofrece el servidor de integración WebLogic [WLI 2003]. La implementación del agente será a través de un consumidor MDB (Message Driven Bean) de la tecnología EJB. Los consumidores son manejados en gran medida por la infraestructura que brinda el servidor de integración, es así que estará en todo momento disponible leyendo de la cola y podrá manejar instancias de el mismo a través de un pool de objetos.

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Tipo	Agente consumidor
Percepción	Cola
Acciones	Revisar datos de cabecera del mensaje, Determinar el agente o componente destino y Enviar al agente destino o componente.
Metas	Enviar el mensaje al destino
Ambiente	Servidor de Integración, cola JMS y agente de comunicación

Su utilización será como intermediario entre los mensajes de los agentes de carga de información y de comunicación de adaptadores. A su vez otros sistemas, pueden enviar directamente mensajes en el formato establecido a la cola, por lo que estará preparado para entender también dichos mensajes enviados directamente. La inteligencia que puedan ofrecer dependerá mucho del requerimiento de los otros agentes, por eso para este caso no es necesario manejar un entorno demasiado complejo, pero si inteligente para no perder mensajes y volver a leer de la cola ser necesario.



**figura 20. Ámbito de operación de los agentes de carga y consumidor**

El gráfico muestra el entorno de operación de los dos primeros agentes. Estos se encuentran bastante relacionados. Como se ve la cola JMS no pertenece a la capa de agentes, más bien es parte de la infraestructura que nos da el servidor de integración (WebLogic Integration). Esta cola puede ser accedida por otro componente que pueda poner algún mensaje en ella. Así mismo la salida de agente consumidor va hacia otro componente que puede ser alguno desplegado en el servidor de integración (como un servicio web) u otro agente como el de comunicación.

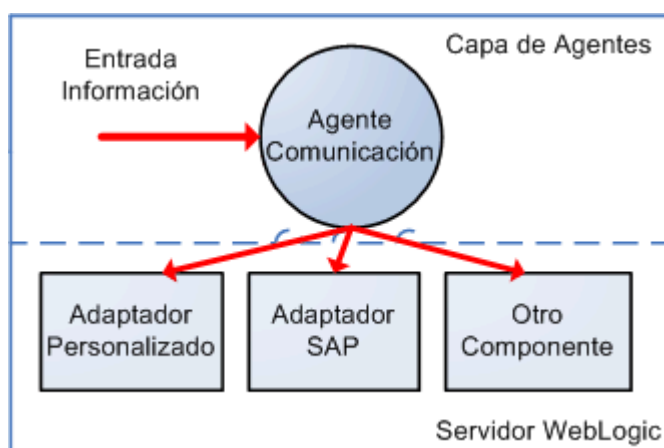
### **c) Agente de comunicación con los adaptadores**

Este agente es el encargado de actuar como un proxy entre los diferentes adaptadores. Estos adaptadores a su vez pueden ser otros agentes, en el caso tengan una mayor implementación. No realizan ningún procesamiento, sólo pueden modificar algunos documentos de ser necesarios. Los diferentes componentes que se encuentren en el middleware, pueden llamar directamente a este agente, sin pasar por otros, para procesar de forma síncrona la información. Será implementado sobre la arquitectura de un EJB despachador.

Propiedad	Valor
Tipo	Agente de comunicación
Percepción	Agente consumidor, Servicios del Servidor de Integración
Acciones	Analizar el mensaje, Determinar el adaptador destino, enviar al adaptador destino, llamar al

	agente generador de documentos
Metas	Enviar el mensaje al adaptador destino
Ambiente	Servidor de Integración, agente de comunicación y adaptadores

Su utilización es también interna, y en general sirve como interfase común entre los diferentes sistemas aplicativos. Por ello su uso es prácticamente el corazón de la capa de agentes, ya que en su mayoría de casos las operaciones pasarán por este agente. Puede utilizarse como un componente central donde se realicen tareas de auditoria y monitoreo.



**figura 21. Ámbito de operación del agente de comunicación con los adaptadores**

La entrada de información puede llegar a esta agente de diversas formas, a través de una llamada directa por otro agente (consumidor), o a través de una llamada desde la capa de servicios (servicio web u componente EJB). La información es analizada para determinar cual es el destino de la información. No tiene lógica de procesamiento. Pues, esta está dada por los componentes de procesos de negocio ubicados en el servidor WebLogic.

#### **d) Agente de generación de documentos**

Este agente es el encargado de generar los documentos requeridos por los diferentes sistemas. El proceso empieza con la interpretación de los esquemas, luego una transformación entre ellos si es necesario, para concluir

con la generación dinámica del documento. La idea de este agente, es hacer independiente y reutilizable la generación de documentos XML.

Propiedad	Valor
Tipo	Agente de generación
Percepción	Agente de comunicación, Servicios del Servidor de Integración, Agente de publicación
Acciones	Analizar los esquemas, construir el documento a partir del mensaje, transformar el documento, generar el documento
Metas	Generar el documento
Ambiente	Servidor de Integración y agentes

Su utilización en la arquitectura actual, será aprovechada principalmente para la automatización de las órdenes de compra con los sistemas de los proveedores.

#### e) Agente de publicación

Este agente es el encargado de publicar o enviar información (documentos XML) a otros sistemas. Para ello detectará a través del mensaje, los destinos de la información, y por medio de su configurador, podrá preparar los datos a enviar a los diferentes medios de publicación, entre ellos pueden ser: un webservice, un email, un directorio de archivos o una simple llamada HTTP. Este agente para poder ser ubicado a su vez por los diferentes componentes, tiene una interfase como servicio web y como EJB que le permiten que prácticamente cualquier aplicación pueda enviarle mensajes.

Propiedad	Valor
Tipo	Agente de publicación
Percepción	Algún servicio del servidor de integración
Acciones	Decepcionar el mensaje a publicar, Preparar el mensaje a enviar, Enviar el mensaje a todos los medios seleccionados como disponibles.
Metas	Envir el mensaje a tosos los medios disponibles
Ambiente	Servidor de Integración, sistemas y servicios externos de envío de información

Su utilización es bastante flexible y en el sistema planteado será utilizado para la publicación de los requerimientos, solicitudes de cotizaciones y envío de órdenes de compra, dependiendo del tipo de formato del mensaje y como se quiera ser enviado.



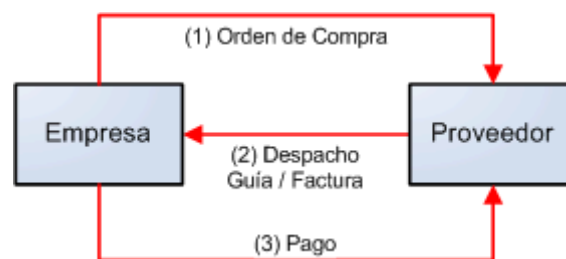
figura 22. Ámbito de operación del agente de publicación

Hay otros agentes que pueden ser considerados dentro de la cadena de abastecimiento, pero no como de integración, sino más bien inteligentes, entre ellos están los de: selección de proveedores y alertas de inventario. Sin embargo se pueden construir estos agentes basándose en el modelo de los agentes de integración y ser parte del sistema multiagente.

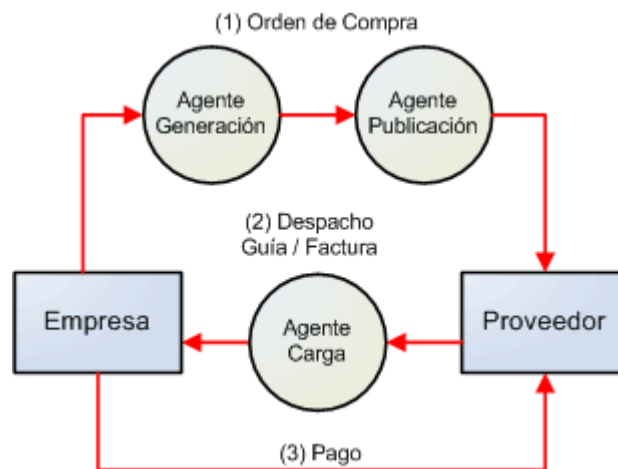
#### **5.2.6. Fase VI – Esquema de funcionamiento**

En esta fase se determinan los nuevos esquemas de funcionamiento de los procesos con la ayuda de los agentes y la integración de las aplicaciones. Se realiza después de la implementación, pues generalmente ya con la operación integrada de ellos se aprecia realmente como trabajan. Una alternativa es definir una serie de diagramas que ilustren el funcionamiento de la aplicación en su conjunto. Pero cuando el sistema es muy extenso es difícil entenderlo en un solo diagrama, por ello la otra alternativa es graficar la secuencia de actividades que se llevarán a cabo en los principales procesos. Para nuestro ejemplo ilustraremos el funcionamiento del proceso de la atención de ordenes de compra, desde su inicio con la generación

requerimientos hasta su facturación final y pago. El siguiente gráfico muestra como se realizaba el proceso de compra con el proveedor: envío de orden de compra, envío de la confirmación a través de la guía de despacho o la respectiva factura y finalmente el proceso de pago. Con el nuevo sistema la operación del envío de ordenes de compra hacia los proveedores ha sido automatizada. Como vemos, los agentes encargados de esta automatización son dos: el primero generará la orden de compra de acuerdo al formato especificado con el proveedor y el segundo lo publicará (enviará en este caso) directamente a los sistemas del proveedor.



**Proceso tradicional**



**Proceso con los agentes**

**figura 23. Esquema de funcionamiento del proceso de las ordenes compra**

La integración continua con la carga de la información en el sistema multiagente. En este caso, la información de la compra será cargada a los respectivos sistemas (ERP y Base de datos corporativa) a través de los agentes internos de comunicación con los adaptadores. El esquema de funcionamiento termina con el pago de la factura, que también puede ser electrónica, si se realiza intercambio de información

con las pasarelas de pago. Como concluimos del gráfico, pasamos de un proceso manual a uno automatizado gracias a los agentes.

La Integración no puede estar completa sin un estrecho nivel de acoplamiento de las relaciones organizacionales entre las empresas. Estas relaciones deben fomentar los reales intereses de cooperación en todas las iniciativas de colaboración de negocios. Este acoplamiento debe ocurrir en distintos planos:

- Los canales de comunicación deben estar bien definidos, con roles y responsabilidades claras.
- Las medidas del performance, de los miembros de la cadena de abastecimiento, deben estar bien especificadas y monitoreadas.
- Los incentivos de colaboración deben ser definidos en forma correcta, para todos los miembros, de tal forma de integrar de buena forma la cadena de abastecimiento. El incentivo requiere de una definición cuidadosa para que los riesgos y beneficios de la integración sean compartidos en forma equitativa. Por otro lado, el incentivo para cada miembro debe ser comparable con su inversión y riesgo.

#### **5.2.7. Fase VII – Monitoreo y medición de la cadena de abastecimiento**

Con la adopción del sistema multiagente para la integración de la cadena de abastecimiento, las promesas de mejoras en la eficiencia comenzarán a cumplirse. Se podrán descubrir nuevas oportunidades de negocios que antes no eran posibles. Esto permite a los socios comerciales redefinir los flujos logísticos, de tal forma de poder cambiar los roles y responsabilidades de los actores para mejorar la eficiencia de la cadena de abastecimiento global. La red de la cadena de abastecimiento puede crear, productos nuevos, contribuir a la personalización y penetrar nuevos mercados y segmentos de clientes. Emergerán nuevas reglas de negocios en la cadena de abastecimiento, como resultado de la integración.

El monitoreo del performance de la cadena de abastecimiento es un nuevo campo de trabajo. Términos como Supply Chain Management Event, Supply Chain Process Management o Supply Chain Execution Management se usan para este propósito de monitoreo. Han aparecido soluciones tecnológicas que proveen de información actualizada de cómo los productos y la información fluyen a través de las diferentes

componentes de la cadena de abastecimiento. A continuación se describen algunas de estas soluciones:

- Transporte. Algunas compañías están usando tecnología RFId, para hacer seguimientos a los palets, y camiones. El seguimiento a camiones permite conocer los puntos de la cadena de abastecimiento donde se encuentra la mercadería (bodegas, aeropuertos, tiendas, etc). La información se pone en Internet y se tiene visibilidad en tiempo real de los movimientos.
- E-Hubs como sistema de monitoreo. El monitoreo permite a las empresas detectar los problemas anticipadamente y tomar las acciones correctivas a tiempo.
- Monitoreo cruzado de la Cadena. La integración de la cadena de abastecimiento requiere de mediciones de performance que van más allá de las mediciones del propio performance de las empresas. Como las empresas comparten información de demanda, decisiones de planificación y colaboración, y decisiones sobre la integración de la cadena de abastecimiento.

Las métricas del performance de la cadena de abastecimiento permiten realizar análisis de negocios y benchmarking, identificando las áreas que necesitan mejoras. Las métricas son una importante herramienta para identificar las mejores prácticas (best practices) de la cadena de abastecimiento. Los indicadores de la cadena de abastecimiento o KPI (Key Performance Indicators) que se proponen son:

**a) Indicadores de Servicio.**

- Pedidos entregados a tiempo (on time delivery). Pedidos entregados a tiempo en un período v/s Total de pedidos solicitados en un período.
- Nivel de Servicio a Clientes (tiendas o cliente final) (Fill rate o Tasa llenado). Unidades entregadas v/s Total de unidades solicitadas en el período.
- Ciclo de la Orden de Compra (PO lead time, tiempo de servicio de órdenes de compra). Horas o días promedio de las órdenes, desde la compra hasta la recepción de los productos en bodega.



#### **b) Indicadores de Gestión de Inventarios**

- Faltantes en Inventario (out of stocks). Número promedio de ítems no disponibles en el período v/s Número total de ítems.
- Días de Inventario (inventory).  $(\text{costo promedio del inventario}) * (\text{días del período}) / (\text{costo neto de la mercadería vendida en el período})$

#### **c) Indicadores de Gestión de la cadena de abastecimiento**

- Costos logísticos. Costos logísticos anuales / Ventas anuales.
- Lead time Ciclo supply Chain. Días u horas promedio del ciclo completo, desde la generación de la reposición, pasando por la orden de compra, la llegada a la bodega, el despacho y la recepción en el cliente.

### **5.3. Beneficios de la utilización del modelo**

A continuación se enumeran los principales beneficios de realizar una integración en la cadena de abastecimiento usando como herramienta la tecnología de agentes, basados en el modelo presentado en el capítulo anterior:

- a) Información en línea, desde el administrador del punto de venta, hasta el área de logística y almacén. Esto debido a que los diferentes sistemas, comparten la información como listas de productos y stock de productos. Si bien la información puede demorarse unos minutos en actualizarse, ya no se tiene que esperar hasta el día siguiente para tomar la decisión, o aprovechar la oportunidad de negocio.
- b) El tiempo de atención a los clientes se ve reducido, porque sus tiempos generales en la cadena valor se ven mejorados. Todo ello debido a la automatización de los procesos clave en el negocio.
- c) Los supervisores de administración ya tienen forma de ver la información integrada, lo que les hace más fácil tomar decisiones sobre la situación de las diferentes áreas de la empresa.

- d) La flexibilidad en el acoplamiento de los nuevos sistemas, esta garantizada, por la baja compenetración que ofrece la arquitectura. Se facilita dar de altas y bajas a los servicios aplicativos. Así como la extensión de nuevas funcionalidades se ve simplificada por las diferentes capas que separan los niveles de integración y los agentes que tienen formatos estándares de mensajes definidos para su comunicación.
- e) Disminución de los costos de los procesos, debido a la mejora en la eficiencia de estos. Esto se deberá a una interacción y colaboración más sencilla dentro y fuera de la empresa, y a la integración con proveedores en la cadena de abastecimiento, permitiendo redefinir los procesos para conseguir una mayor eficiencia y eficacia, y por lo tanto, disminuir costos. Los procesos que se verán más afectados son los relacionados con el intercambio de información y documentación con proveedores, gestión de stocks, gestión de pedidos, logística, etc.

Adicionalmente, a los beneficios obtenidos en particular para el caso aplicativo de la arquitectura de ejemplo analizada en la sección anterior, existen otros beneficios generales de la aplicación del modelo de integración con agentes a un nivel más amplio que involucre proveedores, distribuidores y clientes. Entre estos están:

- a) Reducción de los costos de compra debido a la eliminación de intermediarios. Esto se deberá a la facilidad de intercambio de información entre las distintas empresas, permitiendo redefinir la cadena de distribución. Este fenómeno se dará en el caso de intermediarios que no aporten valor agregado a los procesos.
- b) Ampliación del número de proveedores potenciales. Los compradores de la empresa tendrán un acceso rápido y económico a una gran cantidad de proveedores potenciales, tanto a nivel nacional como internacional, teniendo mucha información adicional sobre estos, lo que permitirá su fácil contacto y evaluación.

- c) Disminución de los precios de adquisición en las compras. Debido a negociaciones más eficaces y eficientes, y a las grandes oportunidades de intercambio de información entre la empresa y sus proveedores. Esto generará un mayor número de potenciales proveedores, posibilitando el acceso a un mayor número de ofertas de ordenes de compra de manera rápida, sencilla y automática.
- d) Disminución del tiempo de aprovisionamiento. Debido a la facilidad de interacción con los proveedores disponibles para un producto determinado y la redefinición de los procesos, se reduce enormemente el tiempo de adquisición. Este punto es muy importante por su relación con la gestión de stocks y el nivel de inventario, ya que éste tiene una importante correlación con el tiempo de aprovisionamiento.
- e) Mejoras en la gestión de stocks y disminución de los niveles de inventario. La mayor información que se tiene de los proveedores y clientes y de la demanda y la oferta, ofrecerá la posibilidad de gestionar de una mejor forma los stocks, disminuyendo el inventario.
- f) Información precisa sobre el estado del proceso de compras y del proceso de distribución a clientes. Debido a la comunicación existente entre los sistemas de información tanto del retailer como del proveedor, el primero siempre tendrá acceso a la información sobre el estado actual de cada una de sus órdenes de compra. Además, debido a la integración sistémica entre retailers y clientes, estos últimos podrán tener un status permanente de sus pedidos.

## **6. CONCLUSIONES**

1. El constante avance tecnológico ha permitido el mejoramiento de los escenarios donde los agentes son desarrollados con éxito. A su vez nuevos escenarios de aplicación abren sus puertas a los agentes. Entre ellos está el de integración de aplicaciones y dispositivos. Prueba de ello son las diversas tecnologías relacionadas con los agentes como grid computing, Jini y web services revisadas en el dos primeros capítulos.
2. El modelo de agentes para la integración de aplicaciones define un patrón de diseño sobre el cual se pueden aplicar diferentes entornos de negocio. Esto puede hacer que la arquitectura aplicativa del modelo cambie, pero en resumen, un sistema multiagente para la integración de aplicaciones siempre contará con tres componentes: un middleware con la infraestructura de un bus de servicios, los agentes que forman el engranaje entre los elementos del sistema, y los recursos a integrar, representados por los sistemas empresariales, aplicativos, etc.
3. La evolución de la tecnología de agentes ha derivado en una herramienta ideal para la integración de aplicaciones. Esto es principalmente debido a la mejora de los formatos en los mensajes de comunicación y la infraestructura necesaria para su implementación. Así, cada vez más los problemas de comunicación y colaboración entre agentes se resuelven gracias a las diferentes tecnologías de hardware y software sobre el cual se apoyan los actuales sistemas multiagentes.
4. Los elementos y conceptos que forman la cadena de abastecimiento son muchos y diversos lo cual complica su integración. Eso hace que la cadena de abastecimiento conforme un escenario atractivo para la introducción de nuevas herramientas tecnológicas que le den solución a sus problemas y

retos de integración. Por lo tanto las empresas deben apoyarse en herramientas sofisticadas que unan los sistemas de información y permitan que la tecnología de información sea un pilar para administrar dicha cadena.

5. Podemos concluir que la adecuada administración de la cadena de abastecimiento y el uso de la tecnología de información darán las ventajas competitivas a las empresas que buscan su desarrollo en los mercados globalizados. El uso del Internet, Intranet y Extranet es un ejemplo del uso de esta tecnología, sin embargo requiere un proceso continuo y dinámico de renovación ya que los requerimientos y elementos de la cadena de abastecimiento son cambiantes a través del tiempo.
6. El éxito en el proceso de integración de aplicaciones radica en entender los procesos de negocio y diseñar una arquitectura de integración que aproveche las propiedades de las interfases existentes. El primer punto depende más del análisis, comprensión de la información y reingeniería de los procedimientos que se puedan realizar. El segundo punto se apoya sobre la tecnología de agentes que se utilizará en el sistema.
7. Los sistemas de monitoreo y de colaboración basados en Internet son el presente para algunas empresas, y el futuro para la mayoría. Sin embargo, todavía hay muchos obstáculos que dificultan la compatibilidad y la posibilidad de compartir información. Los sistemas de medición, definiciones de datos diferentes y distintos sistemas para el planeamiento de recursos (ERP) causan que la obtención de colaboración entre los sistemas sea complejo. Los proveedores de software que resuelvan esos problemas con éxito tendrán gran demanda.
8. Encontrar el grado justo de formalización y especificación para la elección o la construcción del lenguaje de comunicación en el sistema multiagente es tanto una necesidad como un arte. Los supuestos y los sobreentendidos permiten avanzar rápido al principio, pero limitan expansiones futuras y a la larga son una fuente inagotable de problemas.

9. Si el número de elementos a integrar es elevado, o se trata de elementos muy heterogéneos o sobre los que se tiene escaso control, o la complejidad de las interacciones está por encima de lo que se puede considerar como trivial, las ventajas de disponer de un middleware adecuado son incontestables. Cuanto mayor es la escala del proyecto de integración (departamental, local, corporativo, regional, sectorial) más se hace necesario el uso de un middleware.
10. En los próximos años es de esperar que la consolidación de los estándares abiertos, especialmente los provenientes del mundo Web y de la comunidad código abierto, aumente la competencia y contribuya a reducir los precios de la infraestructura necesaria para los agentes e integración. Este es un argumento importante para exigir conformidad con los estándares abiertos.
11. El diseño del modelo y los agentes presentados, pueden ser aplicables a otros entornos y no necesariamente a la cadena de abastecimiento. Se ha tratado de realizar un diseño general, evitando de que se aten demasiado al escenario de aplicación.
12. Para las instituciones públicas, la integración puede resultar un reto aún mayor. En muchos casos los rígidos procedimientos dificultan la automatización. Es aquí donde la viabilidad de los agentes puede verse afectada. Por eso se recomienda un análisis previo para ver si el modelo de agentes puede aprovecharse en toda su magnitud o pueda darse el caso de una integración sin tecnología de agentes, o sólo con una parte reducida de su capacidad.

## **7. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda emplear la tecnología de agentes en los sistemas distribuidos donde se tenga la oportunidad de aprovechar su relevancia para la aplicación. Puesto que sus características de autónomos e integradores los hacen propensos a los modelos de negocio y sistemas colaborativos actuales.
2. Agregar nuevos, pero mantener como base los pasos descritos en el diseño de la solución para la aplicación del modelo de agentes de integración. En resumen la secuencia es: determinación de la información a compartir, planificación de la integración, establecer la metodología de la integración, diseñar la arquitectura del sistema, diseñar los agentes, verificar el esquema de funcionamiento y monitorear el sistema.
3. Teniendo en cuenta el auge y el prometedor futuro de SOA, las dos opciones más recomendables para un sistema multiagente actual son un motor de integración o un bus de servicios. La elección depende de la envergadura y el alcance del proyecto, entre otras razones. Como regla elemental, si el proyecto no rebasa los límites de una LAN, una solución de tipo motor de integración puede ser suficiente. Por otra parte, los buses de servicios representan una tecnología más moderna y más comprometida con el uso de estándares abiertos, tienen mayores posibilidades de extensión (escalabilidad) y ofrecen mejores soluciones de alta disponibilidad.
4. Se recomienda al momento de iniciar el proyecto de integración, prestar importancia a tres puntos clave: los elementos, el lenguaje y el medio de comunicación. Estos componentes forman parte de un esquema de integración de aplicaciones, sin embargo son necesarios también para el sistema de agentes a desarrollar.

5. Es recomendable que las herramientas utilizadas para el desarrollo de los agentes sean apoyadas por tecnologías estándares, y si es posible por tecnologías abiertas. Si hace falta algún engranaje durante la construcción del sistema multiagente, sería aconsejable no incidir en altos costos, puesto que la tecnología de agentes esta actualmente basada por protocolos abiertos.
6. Se recomienda profundizar en las nuevas tecnologías relacionadas con los agentes, entre ellas grid computing y Jini, ya que están encaminadas a revolucionar la forma de ver la integración de los sistemas sobre las redes computacionales actuales.
7. Como todo proyecto, es necesario lograr el apoyo de las altas gerencias y áreas estratégicas, más aún si se trata de un sistema de integración. Como se sabe la integración de aplicaciones no es algo que sólo depende de una sola área, y por ello el compromiso de la colaboración forma parte inicial del proyecto.
8. Existen actualmente portales que dan soporte a parte de la cadena de abastecimiento. Es así que el estado peruano cuenta con el portal del SEACE, que está diseñado para controlar las adquisiciones que se realicen en las instituciones estatales. Sería interesante plantear proyectos que integren y automaticen la comunicación entre las instituciones con el Portal a través del modelo de agentes de integración.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Acuña Solórzano, Nancy

2002        *Uso del middleware en integración de aplicaciones corporativas*. Tesis de Ingeniero. Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Agent Link

2004        *AgentLink Roadmap Consultation Report*  
<http://www.agentlink.org/roadmap/download.html>  
: 2005-05-14

AMR Research

1999        *Reality check: focus group on supply chain collaboration*. Informe. 1999

Ashcroft, Jeff

2003        *Logistics and supply chain*. Informe. 2003

BEA Systems

2005        *Noticias & Eventos - Webinars BEA*  
[http://es.bea.com/eventos/webinars/descargar\\_ponencias.jsp](http://es.bea.com/eventos/webinars/descargar_ponencias.jsp)  
: 2005-03-29

Business Integration

2004        *Approaches to Enterprise Content Integration*  
<http://www.bijonline.com>  
: 2005-04-11

## CANNES

2005 *Agentes robóticos autónomos*  
<http://www.cannes.itam.mx/Espaniol/investigacion/areas/robotica.html>  
: 2005-05-07

## Cuesta, Pedro

2003 *Sistemas Multiagente*. Diapositivas: Departamento de Informática - Universidad de Vigo. España.

## Flores, Lizeth & Alcántara, Luis

2003 *Integración de sistemas de información usando web services (XML Web Services)*. Tesis de Ingeniero. Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

## Fujitsu

2003 EAI (Enterprise Application Integration)  
<http://www.fujitsu.com/es/services/solutions/eai/>  
: 2003-10-12

## Gamma, Erik

1995 *Patrón de diseño para elementos reutilizables de software orientados a objetos*. Addison-Wesley, 1995

## Garate, Richard & Pastor, Giovanna

2002 *Integración de aplicaciones empresariales (EAI): Propuesta de modelo de EAI*. Tesis de Ingeniero. Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

## Gestiópolis (1)

2004 *Cadena de abastecimiento*  
<http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/no%2013/abastecimiento.htm>  
: 2005-03-31

Gestiópolis (2)

2005        *Gerencia de la cadena de abastecimiento*  
<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/26/aca.htm>  
: 2005-03-24

Gill, Harjinder

1996        *Data warehousing: la integración de información para la mejor toma de decisiones.* Prakash C. Rao. Prentice Hall. México. 1996.

Gimbert, Xabier

2001        *El enfoque estratégico de la empresa. Principios y esquemas básicos.*  
Ediciones Deusto S.A. España. 2001.

Grasia

2004        *Grupo de agentes de software: ingeniería de aplicaciones*  
<http://grasia.fdi.ucm.es/SP/index.html>  
: 2005-02-01

IBM

2000        *Requisitos para la solución de integración de aplicaciones*  
[http://www-128.ibm.com/developerworks/patterns/es\\_es/application/eai-requirements.html](http://www-128.ibm.com/developerworks/patterns/es_es/application/eai-requirements.html)  
: 2004-11-20

INFOCOM S.A.

2003        Transoft Component Adapters  
[http://www.infocomsa.com.ar/productos/trans\\_comp\\_ad.htm](http://www.infocomsa.com.ar/productos/trans_comp_ad.htm)  
: 2004-12-15

La Londe, Bernard

2003        *Five principles of supply chain management.* Informe. 2003

Leiva, Juan

2004 *Estrategia para la integración de la cadena de abastecimiento, basada en las tecnologías de la información y las comunicaciones.*  
Investigación: Chile, 2004.

Microsoft

2004 *Estilos y Patrones en la Estrategia de Arquitectura*  
[http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap\\_arq/style  
.asp](http://www.microsoft.com/spanish/msdn/arquitectura/roadmap_arq/style.asp)  
: 2004-11-06

Orfali & Harkey

1996 *Programación Cliente/Servidor con Java y CORBA.* John Wiley and Sons, New York, 1996.

Rusell & Norvig

1995 *Inteligencia Artificial: Un alcance moderno.* Agentes Inteligentes  
Prentice-Hall Inc., 1995

Serradilla, Francisco

2002 *Programación de softbots.* Diapositivas: Universidad Politécnica de Madrid. España.

Service-Oriented Architecture (SOA)

2003 *Introducción a la arquitectura orientada a servicios*  
<http://webservices.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>  
: 2005-05-02

Signes, Juan Miguel

2005 *Integración y middleware.* Área de Informática. Consejería de Sanidad.  
Investigación: España, 2005.

## W3C

2004        *Web Service Architecture*  
<http://www.w3.org/TR/ws-arch/>  
: 2005-04-10

## Web Services

2004        *Entorno de los servicios web*  
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/957.php>  
: 2005-05-14

## WLI - WebLogic Integration

2003        *BEA Weblogic Integration 8.1: Developing Integration Solutions*  
BEA Systems Inc. México. 2003.

## XML

2005        *Conceptos de XML*  
<http://www.w3.org/XML/>  
: 2005-05-14

## Yinsheng Li, Hamada Ghenniwa and Weiming Shen

2004        *Integrated description for Web service-oriented agents in e-Marketplaces*. Investigación: Canadá, 2004.

## **GLOSARIO**

**ACL** (Agent Communication Language).

Término que agrupa a todos los formatos de mensajes de los lenguajes de comunicación entre agentes.

**API** (Application Programming Interface)

Es una librería de especificaciones y funciones entre componentes software.

**BDI** (Agentes Belief-Desire-Intention)

Tipo de agentes cuyo proceso de toma de decisiones depende de la manipulación de la estructura de datos representado por creencias, deseos e intenciones del agente.

**Bluetooth**

Es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia.

**BPM** (Business Process Management)

Tecnología para modelar y administrar los procesos de negocio.

**CORBA** (Common Object Request Broker Architecture)

Es un estándar que establece una plataforma de desarrollo de sistemas distribuidos facilitando la invocación de métodos remotos bajo un paradigma orientado a objetos.

**DAO** (Data Access Object)

Es un patrón de diseño que permite a los objetos acceder a los datos.

**EAI** (Enterprise Application Integration)

Es una estrategia que integra las aplicaciones ya existentes para conjuntar los procesos de negocio dentro de su compañía y los participantes de la cadena de valor como son los distribuidores, clientes y socios.

**EJB** (Enterprise Java Beans)

Tecnología de componentes distribuidos de Java para aplicaciones empresariales.

**ERP** (Enterprise Resource Planning)

Sistema administrativo que integra todas las áreas de una empresa (como contabilidad, compras, o inventarios), mediante procesos en tiempo real en bases de datos relacionales y centralizadas.

**FIPA** (Foundation for Intelligent and Physical Agents)

Fundación para el desarrollo de los agentes físicos e inteligentes. Apoya en la definición de estándares de comunicación entre agentes a través de protocolos de interacción.

**FTP** (File Transfer Protocol)

Es uno de los protocolos de la Internet, concretamente significa protocolo de transferencia de archivos y es el ideal para transferir datos por la red.

**HTTP** (Hyper Text Transfer Protocol)

Protocolo usado en cada transacción de la web. Es el protocolo de transferencia de hipertexto. El hipertexto es el contenido de las páginas web.

**J2EE** (Java 2 Enterprise Edition)

Es la plataforma Java 2 Edición Empresarial que define un estándar para desarrollar aplicaciones empresariales en Lenguaje de programación Java.

**JDBC** (Java Data Base Connectivity)

Librería Java para conectividad con bases de datos.

**Jini** (Java Intelligent Network Infrastructure)

Jini es una tecnología de red que habilita cualquier servicio (desde sistemas empresariales hasta aplicaciones caseras) hacia la red de una forma fácil y simple.

**JPD** (Java Process Definition)

Tecnología de BEA WebLogic Integration para definir los procesos de negocio en un entorno de integración.

**KIF** (Knowledge Interchange Format)

Es un lenguaje diseñado para en el intercambio de conocimiento a través de sistemas computacionales separados.

**KQML** (Knowledge Query and Manipulation Language)

Es un lenguaje y protocolo para intercambio de información y conocimiento. Puede ser usado como lenguaje para un programa que interactúa con sistemas inteligentes para compartir conocimiento y solucionar problemas de forma conjunta.

**MDB** (Message Driven Bean)

Tipo de componentes empresarial de Java (Enterprise Java Beans) que actúa como un consumidor de mensajes desde una estación de mensajería.

**MUD** (Multi User Dungeon)

Es un tipo de videojuego de rol en línea que consiste en un servidor al cual se conectan los jugadores a través de internet, mediante una terminal de Telnet o un software específico. Los jugadores cuentan con un personaje creado en forma de cuenta en el servidor.

**Ontología**

La ontología define el vocabulario a usar en los mensajes. Este vocabulario cambiará dependiendo de la aplicación en que trabajen los agentes, por ejemplo, medicina, transportes, etc. La ontología incluye: clases de objetos, predicados y acciones.



**order fulfillment**

Es una solución automatizada que permite a los clientes realizar órdenes de productos. Es uno de lo más importantes enlaces de toda la cadena de valor del e-commerce.

**Proxy**

Un proxy actúa como intermediario entre el programa cliente y el servidor de información al que queremos acceder.

**RMI/IIOP**

Este protocolo permite unir los mundos de Java (RMI) y CORBA (IIOP) de modo que un cliente en cualquier lenguaje pueda comunicarse con los componentes Java.

**SAP** (Sistemas, Aplicaciones y Productos)

Es el primer proveedor de aplicaciones de software empresarial en el mundo, gracias a su producto ERP para las empresas.

**SEACE** (Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado)

Portal del Estado Peruano para el control de las adquisiciones y contrataciones de las instituciones públicas y del Estado.

**SMA** (Sistema Multi Agente)

Sistema formado por varios agentes que trabajan en conjunto para lograr el objetivo del sistema.

**SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol)

Protocolo simple de transferencia de correo electrónico. Basado en texto, utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras y/o distintos dispositivos: PDA, celulares, etc.

**SOA** (Service Oriented Architecture)

Arquitectura orientada a s servicios.

**SOAP** (Simple Object Access Protocol)

Protocolo estándar creado por el W3C que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML. SOAP es uno de los protocolos utilizados en los servicios Web.

**UDDI** (Universal Description, Discovery and Integration)

Son las siglas del catálogo de negocios de Internet. El registro en el catálogo se hace en XML. UDDI es una iniciativa industrial abierta entroncada en el contexto de los servicios Web.

**UPnP** (Universal Plug-and-Play)

Es un conjunto de protocolos de red. Sus metas son permitir a los dispositivos conectarse transparentemente y simplificar la implementación de las redes en diferentes entornos.

**WMS** (Warehouse Management Systems)

Software que integra las actividades mecánicas y humanas con los sistemas de información para manejar de forma más efectiva los procesos de almacenamiento del negocio y actividades relacionadas con el almacén.

**WSDL** (Web Services Description Language )

Un lenguaje basado en XML usado para describir la capacidad de un servicio Web como colección de puntos finales de comunicaciones capaces de intercambiar mensajes. WSDL, creado por Microsoft e IBM, es el lenguaje que usa UDDI, un sistema de registro estándar global de negocios.

**XML** (Extensible Markup Language)

XML es más que un conjunto de reglas para definir etiquetas semánticas que nos organizan un documento en diferentes partes. A su vez es un metalenguaje que define la sintaxis utilizada para definir otros lenguajes de etiquetas estructurados.